



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

MIKKO MÄLÄSKÄ
ELINKAARIHANKKEEN YLLÄPITOMALLI
Diplomityö

Tarkastaja: professori Jarmo Laitinen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Rakennetun ympäristön
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
8.6.2011

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

MÄLÄSKÄ, MIKKO: Elinkaarihankkeen ylläpitomalli

Diplomityö, 76 sivua, 6 liitesivua

Marraskuu 2011

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastajat: professori Jarmo Laitinen, DI Annikki Karppinen

Avainsanat: Rakennuksen tietomalli, elinkaarihanke, ylläpitomalli, huoltokirja,

Tietomallien käyttö rakentamisessa ja suunnittelussa on lisääntynyt huomattavasti viime vuosina. Syynä tähän on ohjelmistojen kehittyminen, lukuisat kehityshankkeet ja se, että mallintamisesta saatavat hyödyt ymmärretään entistä paremmin urakoitsijoiden ja rakennuttajien keskuudessa. Rakentaminen on kuitenkin vain pieni osa kiinteistön elinkaarta ja täten on luonnollista etsiä keinoja rakentamisvaiheessa luotujen tietomallien, sekä niistä saatavien hyötyjen käyttämiseen myös kiinteistön ylläpidossa.

Tässä työssä on tarkasteltu kiinteistön ylläpidossa käytettäville järjestelmille asetettuja vaatimuksia ja sitä kautta pyritty määrittämään ylläpidossa käytettävän tietomallin tietosisältö, sekä sen käyttömahdollisuuksia kiinteistön ylläpitovaiheessa.

Tutkimus on tehty osittaisena tapaustutkimuksena, minkä (jonka) kohteena on Lemmin-käinen PPP Oy:n Kuopion kaupungille elinkaarimallilla rakentama Martti Ahtisaaren koulu. Tulokset on esitetty kuitenkin siten, että niitä voidaan hyödyntää myös muissa elinkaarihankkeissa ja soveltaa urakkamuodosta riippumatta, mikäli ne toteutetaan koko kiinteistön elinkaari huomioiden. Aineistoa tutkimukseen on kerätty alan kirjallisuudesta, RT-kortistosta ja Kuopion hankkeessa mukana oleville tahoille tehdyillä asiantuntijahaastatteluilla.

Ylläpitomallin avulla voidaan tuottaa huomattavaa lisäarvoa kiinteistön omistajalle, käyttäjälle ja ylläpito-organisaatiolle. Tietomallien käyttö lisää toiminnan läpinäkyvyyttä ja mahdollistaa kiinteistöissä tapahtuneiden muutoksien esittämisen yksiselitteisesti. Yhdistämällä kiinteistöautomaatiosta saatava tieto ylläpitomalliin voidaan luoda teemanäkymiä ja verrata toteutuneita olosuhteita suunniteltuihin. Vaikka ylläpitomallilla tässä työssä tarkoitetaan kiinteistön ylläpidon apuna käytettävää yhdistelmämallia, tavoitteena on, että ylläpitomalli tarkoittaa kiinteistön ylläpidon kokonaisvaltaista hallintajärjestelmää, minkä osa tietomallit ovat.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

MÄLÄSKÄ, MIKKO: Building operations model in PPP projects

Master of Science Thesis, 76 pages, 6 Appendix pages

November 2011

Major: Construction management and Economics

Examiner: Professor Jarmo Laitinen, M.Sc. Annikki Karppinen

Keywords: BIM, Building information model, Facility management, PPP,

Use of Building Information Models (BIM) in designing and construction operations in the building industry has increased rapidly in recent years. Explanation for this can be found in the development of software, numerous development programs and the realization of the benefits, which can be achieved through using BIM in construction. Construction is only a small part when considering the whole life cycle of a building. Therefore, it is natural to find ways to utilize BIM in facilities management (FM).

The aim of this thesis is to define content and different utilization possibilities of building information models in FM by examining the requirements set for Computer Aided Facilities Management (CAFM).

The research was made as a case study involving Martti Ahtisaari School that was built by Lemminkäinen PPP Oy for the City of Kuopio as a part of a Public-Private Partnership (PPP) project. Findings of this study are presented in such a way that they can also be used in future PPP projects and other construction projects that consider buildings life cycle as a whole. Material has been gathered from Finnish and English literature, RT building information files and by interviewing specialists involved in the project.

Utilization of Building Information Modeling in FM, operation and maintenance can provide numerous advantages and benefit for facilities owners, users and management organization. BIM improves transparency in maintenance processes and enables unambiguous presentation of changes made in the building. Combining BIM with the data from automation systems thematic reports can be made and current conditions can be compared to simulations made in design phase. Although this study discusses using of Building Information Models as an addition in CAFM systems, the goal in the future should be an integrated system that includes BIM.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty ja rahoitettu Lemminkäinen Talo Oy:ssä osana RYM Oy:n tutkimushanketta. Työ on tehty opinnäytteeksi diplomi-insinöörin tutkintoon Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitokselle.

Kiitokset kehityspäällikkö Annikki Karppiselle (Lemminkäinen Talo Oy) ja professori Jarmo Laitiselle (TTY) työn ohjaamisesta ja tarkastamisesta. Lisäksi haluan kiittää Mika Kukkosta (Lemminkäinen Talo Oy) ja Kari Ristolaista (Senaatti-kiinteistöt) saamistani kommentteista ja rakentavista ajatuksista, sekä muita haastatteluissa mukana olleita jotka mahdollistivat tämän työn tekemisen. Suuret kiitokset myös Toni Teittiselle (TTY) työn aikaisesta pohdinta-avusta ja näkökulman laajentamisesta.

Lopuksi, kiitokset aviopuolisolleni Katrille tuesta ja kannustuksesta.

Oulussa 1.11.2011

Mikko Mäläskä

SISÄLLYS

Tiivistelmä	II
Abstract	III
Alkusanat	IV
Sisälllys	V
Termit ja niiden määritelmät	VII
1 Johdanto	9
1.1 Tausta	9
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	9
1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus	10
2 Tutkimuksen tarkastelu	11
2.1 Rajaukset	11
2.2 Tutkimuksessa esiintyneet ongelmat	11
2.3 Teoreettinen viitekehys	11
3 Elinkaarihankkeet	13
3.1 Elinkaarimalli	13
3.2 Elinkaarihankkeet kiinteistönhoidon näkökulmasta	14
3.3 Case Martti Ahtisaaren koulu	16
3.3.1 Palvelukuvaus	18
4 Huoltokirja kiinteistönhoidossa	21
4.1 Huoltokirjan merkitys kiinteistönpidossa	23
4.2 Huoltokirjaohjelmat	24
4.3 Huoltokirjan ominaisuudet	25
4.4 Huoltokirjan sisältö	27
4.4.1 Tiedon käyttö	29
4.4.2 Tietojen kattavuus	34
4.5 Huoltokirjan ylläpito	35
5 Mallintaminen	37
5.1 Tietomallit yleensä	37
5.2 Tiedon tuottaminen	39
5.2.1 IFC	41
5.3 Yhdistelmämallit	42
6 Ylläpitomalli	44
6.1 Yleistä	44
6.2 Kiinteistön ylläpidon tietotarpeet	45
6.3 Tiedon sijainti	47
6.4 Mistä malleista tieto tuotetaan	50

6.4.1	Tiedon paikkansapitävyys	51
6.5	Ylläpitomallin tietosisältö	52
6.6	Ylläpitomallin käyttöönotossa huomioitavat seikat	55
7	Ylläpitomallin päivitys käytön aikana	57
7.1	Päivitysjaksot	57
7.2	Menettelyt	58
7.2.1	Vastuut	59
7.2.2	Päivitysjaksot	60
8	Ylläpitomallin avulla tuotettava lisäarvo	62
8.1	Tietomallin luomat mahdollisuudet	62
8.2	Ylläpitomallin käyttö	64
9	Johtopäätökset ja Yhteenveto	70
9.1	Huoltokirja ja ylläpitojärjestelmät	70
9.2	Ylläpitomalli	70
9.3	Tulosten luotettavuus ja yleistäminen	71
9.4	Aiheet jatkotutkimukselle	72
	Lähteet	73
	Liite 1	77
	Liite 2	78
	Liite 3	81

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Ajantasamalli	Tuotantovaiheen koordinointimalli, johon on viety toteutuksessa havaitut ja toteutetut muutostarpeet. (ProDigiBIM)
BIM	Building Information Model. ks. tietomalli
BOM	Building Operations Model. ks. ylläpitomalli.
bSI	buildingSMART International. Aikaisemmin tunnettu IAI:na
CFD	Computational Fluid Dynamics. Sisäilman virtaussimulointi, jolla voidaan varmentaa olosuhteet vaativissa tiloissa.
IAI	International Alliance for Interoperability. Kansainvälinen, yhteensopivuutta tukeva yhteenliittymä. IFC-standardin kehittamisestä vastaava järjestö.
IFC	Industry Foundation Classes. Kansainvälinen tiedonsiirto-standardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. IFC-standardi mahdollistaa tiedonsiirron eri tietokonesovellusten välillä sisällön muuttumatta. IFC:n osajoukko on hyväksytty ISO standardiksi ISO/PAS 16739.
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen. Tarkoittaa urakkamuotoa, jossa urakoitsija hoitaa sekä suunnittelun että rakentamisen.
LCA	Life Cycle Assessment. Elinkaarianalyysi on menetelmä, jonka avulla arvioidaan tuotteen, prosessin tai toiminnon aiheuttamat ympäristövaikutukset koko sen elinkaaren aikana.
LCC	Life Cycle Cost. Elinkaarikustannuksilla tarkoitetaan kaikkia niitä yhteenlaskettuja kustannuksia, joita kohteelle syntyy tai voidaan olettaa syntyvän sille määritetyn elinkaaren aikana.

PPP	Public-Private Partnership. Julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä, ja näiden välistä tietyn ajan kestävää sitoumusta ja sopimusta.
Tietomalli	Rakennuksen tietomalli on rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus. Tiedoista muodostetaan kolmiulotteinen digitaalinen malli itse rakennuksesta, rakentamiseen käytetyistä tuotteista ja tuotteiden ominaisuuksista.
Tuotemalli	Tuotteen tietomalli. Aiemmin rakennuksen tietomallista käytetty termi. (Hietanen 2005)
Ylläpitomalli	Rakennuksen tietomalli joka sisältää projektin toteumatiedon ja kattaa ylläpidon näkökulman. So. rakennuksen käytön ja ylläpidon aikaiset tehtävät, muutokset ja niin edelleen. (ProDigiBIM, ProIT)

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tutkimus on osa RYM Oy:n Built Environment Process Re-engineering (PRE) -ohjelman Model Nova – työpakettia (MONO), joka tutkii tietomallien tuomaa lisäarvoa sekä asiakkaiden että toimijoiden päätöksentekoprosesseihin. Työpakettiin sisältyy myös työprosessien, osaamisen ja ohjelmistoteollisuudelle osoitettujen vaatimusten, sekä järjestelmien uudistumistarpeiden selvittäminen. PRE:n tavoitteena on tuottaa tietomallintamista hyödyntävä ja kestäväan kehitykseen perustuva liiketoiminta- ja johtamismalli.

Tietomallintamiseen liittyvä kehitystyö on kohdistunut pääasiassa rakentamisvaiheeseen, eikä teknologian hyödyntämistä kiinteistöalan liiketoimintaprosesseissa ole tutkittu kuin pilottiluontoisesti.

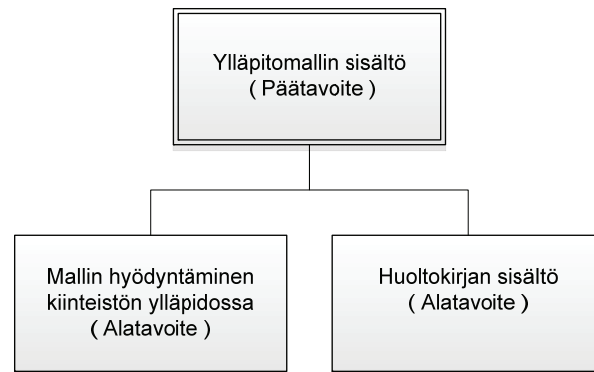
Senaatti-kiinteistöt ja suuret rakennusliikkeet käyttävät yleisesti tietomallinnusta hankkeissaan, mikä on johtanut osaltaan mallintamisen osaamisen lisääntymiseen myös suunnittelijakunnassa. Vaikka Senaatti-kiinteistöt on luonut laajasti käytössä olevia tietomallinnusvaatimuksia, ei tiedon jalkautuminen prosesseihin ja osapuolien välinen yhteistyö toimi toivotulla tavalla. Jotta tietomallintamisella voidaan tuottaa oikea-aikaista ja luotettavaa tietoa eri osapuolille elinkaari-prosessin eri vaiheissa, tarvitaan uusi prosessimalli ja yhteiset pelisäännöt.

Elinkaarihankkeissa rakentajan vastuut eivät rajoitu pelkästään takuu-aikaan, vaan huolto- ja ylläpitosopimuksilla palveluntuottaja ottaa vastuun kiinteistöstä koko palvelusopimuksen ajaksi. Täten on luonnollista pyrkiä kehittämään toimintamalli, jolla voidaan varmistaa rakentamisen aikaisen tiedon säilyminen sekä siirtyminen kiinteistönpiitoon.

Kiinteistön ylläpito ja elinkaaren aikana tapahtuvat huoltotoimenpiteet ovat helpommin hallittavissa ja ajoitettavissa, jos kiinteistönpiitoon liittyvä tieto on luotettavaa ja löydettävissä yhdestä paikasta.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen päätavoitteena on määrittää kiinteistön ylläpidossa käytettävän tietomallin sisältö kiinteistönpidon kannalta, sekä käytössä olevien tietomallien päivittäminen kiinteistön elinkaaren aikana (kuva 1.1).



Kuva 1.1 Tutkimuksen tavoitteet.

Alatavoitteena on määrittää, miten tietomalleja voidaan käyttää kiinteistönhoidon tukena elinkaarihankkeissa, mitä lisäarvoa tietomallintamisella voidaan tuottaa, sekä sähköisten huoltokirjajärjestelmien sisältämän tarpeellisen tiedon määrä.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus

Pääasiallisena tiedonkeruumenetelmänä on käytetty avoimia asiantuntijahaastatteluita, joita on täydennetty aikaisemmin julkaistulla kirjallisella suomen- ja englanninkielisellä materiaalilla. Vaikka tietomallien käyttöä kiinteistön ylläpitovaiheessa ei ole toistaiseksi tutkittu laajalti Suomessa, on huoltokirjasta ja sen sisällöstä saatavilla runsaasti kotimaistakin materiaalia. Tutkimuksessa haastateltiin elinkaarihankkeiden ja mallintamisen parissa Lemminkäisellä työskenteleviä asiantuntijoita, yhteistyökumppaneita, sekä Kuopion elinkaarihankkeessa mukana olleita henkilöitä.

Tutkimus on tehty osittain tapaustutkimuksena keskittyen Kuopiossa rakenteilla olevaan Martti Ahtisaaren kouluun; työn tuloksia voidaan soveltaa myös yleisesti.

Taustateorian keräämiseen ja kokonaisuuden hahmottamiseen on käytetty apuna kirjallisuustutkimusta, sillä elinkaarihankkeet ja kiinteistön huoltokirjamenettelyt ovat kattavasti kuvattuja kotimaisessa ja ulkomaisessa kirjallisuudessa. Lisäksi ajantasaista tietoa on pyritty hakemaan verkossa olevista tutkimusraporteista.

2 TUTKIMUKSEN TARKASTELU

2.1 Rajaukset

Käsittelen tutkimuksessa tietomallien käyttöä kiinteistön ylläpitovaiheessa, enkä näin ollen ota kantaa tiedon tuottamiseen rakentamisen aikana, tai siihen miten tiedonsiirto eri ohjelmistojen välillä tulisi tietoteknisesti tapahtua. Työssä ei myöskään tutkita aiheesta eroavan taustateorian vuoksi ylläpitomallin ja kiinteistönhallinnassa käytettyjen sähköisten ylläpitojärjestelmien linkittämistä keskenään.

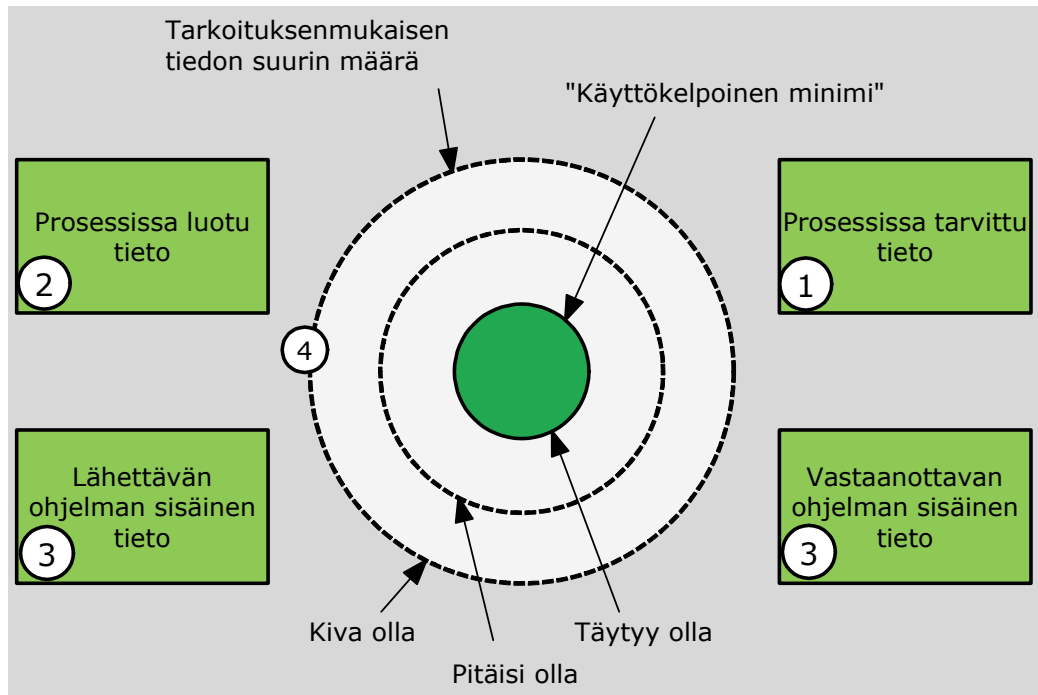
2.2 Tutkimuksessa esiintyneet ongelmat

Vaikka tietomallien käyttö rakentamisen aikana on lisääntynyt, ovat ne vielä toistaiseksi vieraita kiinteistön ylläpito-organisaatioille muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Tämä aiheuttaa sen, ettei tietomallien tuomia hyötyjä ymmärretä, eikä niiden käyttöä osata vaatia tilaajan tai palveluidentuottajan toimesta. Toisaalta markkinoilla on tarjolla useita eri huoltokirjajärjestelmiä joita pidetään yleisesti vaikeakäyttöisinä ja vaihto eri järjestelmien välillä on tehty lähes mahdottomaksi, tai tiedonsiirto eri järjestelmien välillä on niin vaikeaa, ettei sitä koeta mieleiseksi.

Jo olemassa olevat ongelmat aiheuttavat sen, että uusien tietoteknisten järjestelmien tuominen ylläpito-organisaatiolle saattaa aiheuttaa muutosvastarintaa, ellei niistä saatavia hyötyjä voida konkreettisesti osoittaa tai järjestelmien käytettävyyttä parane huomattavasti. Joissain tapauksissa esille tuli myös se, ettei ylläpidosta tietoisesti haluta tehdä läpinäkyvämpää, minkä juuri tietomallien käyttö mahdollistaisi.

2.3 Teoreettinen viitekehys

Tietosisällön määrittelyyn on käytetty Hietasen ja Lehtisen (2006) esittämää ”useful minimum” periaatetta (kuva 2.1), mikä voidaan kääntää vapaasti käyttökelpoisen minimitiedon periaatteeksi. Teoria on kehitetty avuksi IFC-tiedonsiirrossa ilmenneiden ongelmien ratkaisuun ja siinä pyritään löytämään pienin tiedon määrä, millä tietomalli on vielä käyttökelpoinen, kun huomioidaan sille asetetut vaatimukset. (Hietanen & Lehtinen 2006, s. 3)



Kuva 2.1 Käyttökelpoisen minimin periaate (Hietanen & Lehtinen 2006, s. 3).

Eri mallinnusohjelmien sisältämään tietoon vaikuttaa ohjelman käyttötarkoitus ja käyttäjän sille asettamat vaatimukset. Kuitenkin siirrettäessä tietoa eri ohjelmien välillä sama tieto ei välttämättä ole oleellista siirryttäessä ympäristöstä toiseen. Esimerkiksi ilmastointikanava sisältää huomattavasti enemmän ”älykkyyttä” talotekniikan tietomallissa verrattuna arkkitehdin tietomalliin, missä riittää tieto kanavien geometriasta. Toisaalta arkkitehdin luomien tilojen kolmiulotteinen geometria on tärkeää energia-analyysijä tehtäessä, mutta rakennesuunnittelijaa kiinnostaa ainoastaan tilojen kaksiulotteinen projektio. (Hietanen & Lehtinen 2006, s. 3)

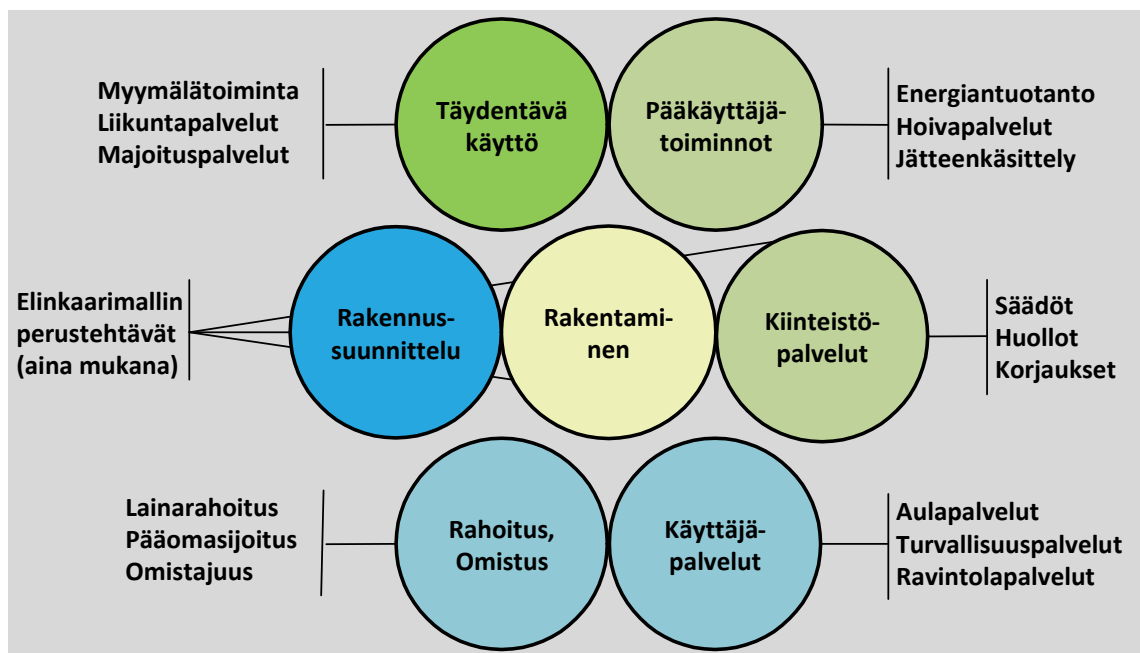
Käyttökelpoisen minimin määrittäminen alkaa prosessissa tarvittun tiedon määrittämisestä, koska ei ole järkevää siirtää sellaisia tietoja joita ei tarvita. Toisaalta järjestelmässä jo olemassa olevaa tietoa ei kannata siirtää. Edelleen tiedonsiirtoa voi rajoittaa ohjelman ominaisuudet. (Hietanen & Lehtinen 2006, s. 3)

Mikäli prosessissa vaadittu, luotu ja tuettu tieto on edelleen liian laaja käsite, voidaan tiedon määrää rajata edelleen jakamalla se kategorioihin ”täytyy olla” ”pitäisi olla” ja ”hyvä olla”. Kun käyttökelpoinen minimitieto löydetään, voidaan prosessia kehittää edelleen lisäämällä siihen dataa. Tämä tulee kuitenkin tehdä siten, ettei käytettävyys heikkene. (Hietanen & Lehtinen 2006, s. 3)

3 ELINKAARIHANKKEET

3.1 Elinkaarimalli

Niin sanotulla elinkaarimallilla tuotetuissa hankkeissa tilaaja ja palveluntuottaja tekevät tavanomaista pidemmän sopimuksen kiinteistön ja infrastruktuurin suunnittelusta, toteuttamisesta ja ylläpidosta. Joissain tapauksissa sopimukseen kuuluu myös hankkeen rahoitus ja joidenkin käyttäjäpalveluiden järjestäminen (kuva 3.1). Yksinkertaisimmillaan elinkaarimalli tarkoittaa kiinteistön hoito- ja kunnossapitotehtävien lisäämistä samaan sopimuskokonaisuuteen suunnittelun ja rakentamisen kanssa. Tehdyt sopimukset ovat kestoaltaan yleensä kymmeniä vuosia. (Rakennusteollisuus RT ry, 2009b; Lahdenperä;Nykänen;& Rintala, 2005, s. 11)



Kuva 3.1 Elinkaarimallilla toteutettujen hankkeiden mahdollinen sisältö (Rakennusteollisuus RT ry, 2006, s. 3).

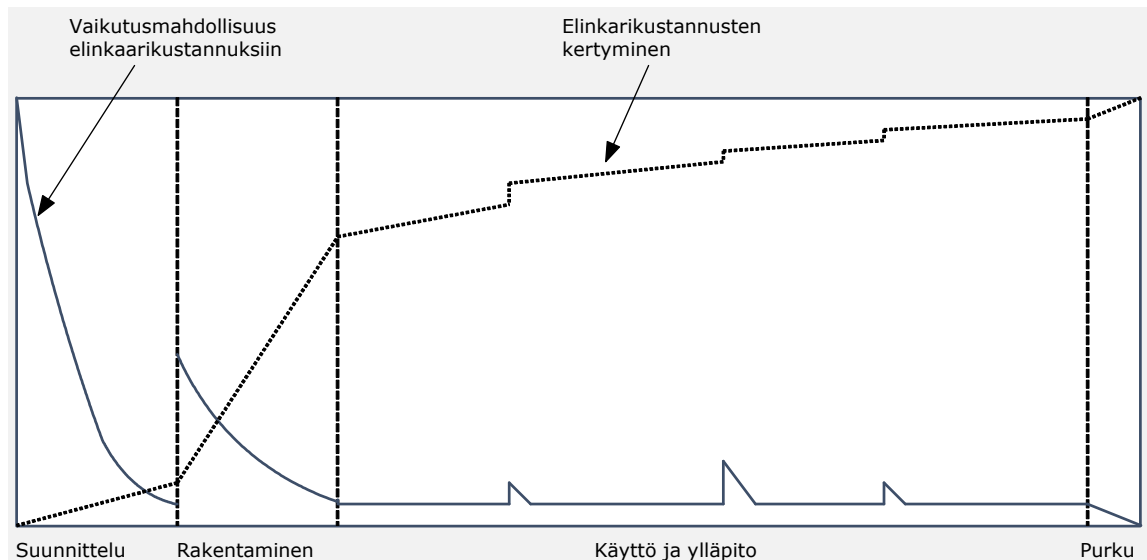
Elinkaaripalveluita hankittaessa on oleellista, että tilaaja hakee toimivaa, kokonaistaloudellisesti edullista ratkaisua, joka tuotetaan yhtenä kokonaisuutena. Tällöin toteuttajalla on mahdollisuus kehittää rakennuksen elinkaariominaisuuksia asiakkaan tarpeiden mukaisesti sekä valita elinkaaritaloudellisesti mahdollisimman kestävät ratkaisut. (Rakennusteollisuus RT ry 2009b)

Elinkaarihankkeiden toteuttamiseksi on luotu erilaisia malleja, joissa tilaajan ja palveluntuottajan vastuut ja riskit jakaantuvat eri tavoin. Mallit eroavat toisistaan esimerkiksi siinä, miten rahoitus on järjestetty, miten palvelut on organisoitu, miten palveluntuottaja valitaan, sekä siinä, kuka valmista kohdetta hallitsee ja kuka sen omistaa. Elinkaarimalli-käsitteen alle kuuluu siten lukuisia hyvin erityyppisiä ja – laajuisia toimintatapoja sen mukaan, mikä on kulloinkin tuotettu palvelukokonaisuus ja miten sen tuottaminen on organisoitu. (Rakennusteollisuus RT ry 2006, s. 3; Lahdenperä et al. 2005, s. 11)

Verrattuna perinteisiin hankkeisiin, joissa urakoitsijoiden vastuu päättyy yleensä parin vuoden takuuajan jälkeen, elinkaarimallilla toteutetuissa hankkeissa urakoitsijan täytyy kiinnittää huomiota myös rakennuksen kokonaistaloudellisuuteen ja siihen, millaisiksi sen ylläpito- ja energiakulut muodostuvat pitkän ajan kuluessa. Elinkaariedullisuuden saavuttaminen edellyttää myös kiinteistön ylläpito-organisaation osallistumista rakennuksen suunnitteluun. (Rakennusteollisuus RT ry 2009a)

3.2 Elinkaarihankkeet kiinteistönhoidon näkökulmasta

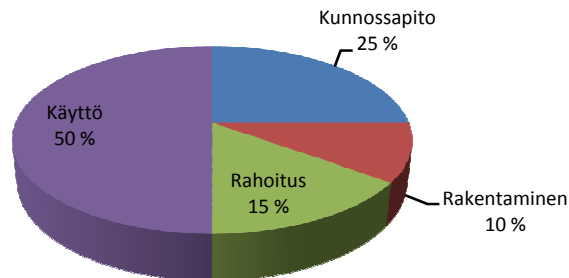
Hankkeen alkuvaiheessa tehdyillä päätöksillä on suuri merkitys koko elinkaaren aikaisien kustannusten muodostumiseen (kuva 3.2). Käytännössä rakennuksen elinkaaritaloudellisuus tarkoittaa tarveharkintaista rakentamista edullisesti ja laadukkaasti. Tämä tarkoittaa, että rakennuksen ja rakennusosien kestävyys on hyvä ja rakennusosien käyttöiät mahdollisimman pitkiä. Rakennuksen ylläpitovaiheessa merkitystä on käytetyillä materiaaleilla, energialla ja muilla panostuksilla (Myyryläinen 2008a, s. 20).



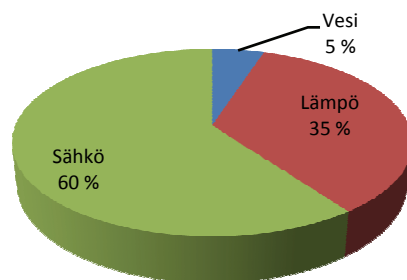
Kuva 3.2 Mahdollisuudet vaikuttaa elinkaarikustannuksiin rakennushankkeen eri vaiheissa (Kosonen et al. 1999, s.11).

Kuvassa 3.3 on esitetty kiinteistön kaikkien kustannusten muodostuminen. Kuvaajasta voidaan nähdä, että käytön aikaiset kustannukset ovat tyypillisesti noin puolet kai-

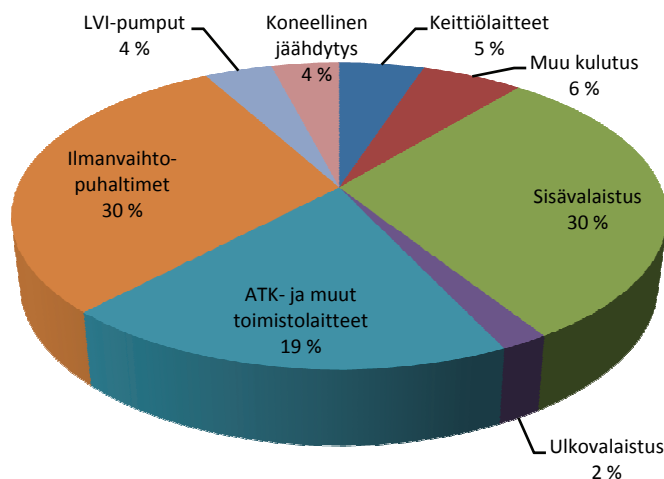
kista kiinteistön kustannuksista. Edelleen kuvassa 3.4 on esitetty tyypillisen toimistorakennuksen kustannusjakauma ja kuvassa 3.5 sähkönkulutuksen jakautuminen eri järjestelmien välillä. Kuvaajista on nähtävissä, että kiinteistön käytönaikaisista energiakustannuksista yli puolet koostuu sähköjärjestelmien käyttämästä energiasta, mistä edelleen kolmasosa käytetään ilmanvaihtoon.



Kuva 3.3 Kiinteistön kustannusten jakautuminen (Reinikainen, 2002).



Kuva 3.4 Tyypillisen toimistorakennuksen kustannusjakauma (Reinikainen, 2002).



Kuva 3.5 Tyypillisen toimistorakennuksen sähköenergian kulutusjakauma (Reinikainen, 2002).

Hankkeen elinkaarikustannuksia ja rakennuksen tavoitteenmukaisuutta voidaan arvioida muun muassa erilaisilla talotekniikan analyyseillä. Vaikka analyysejä voidaan

hyödyntää rakennusprosessin eri vaiheissa, voidaan kustannuksiin vaikuttaa eniten vertailemalla eri ratkaisuvaihtoehtoja suunnittelun alkuvaiheessa. Laineen (2008) mukaan tärkeimmät tietomalleja hyödyntävät talotekniikan analyysit ovat:

- sisäilmaston olosuhdesimuloinnit
- virtaussimuloinnit (CFD)
- energiasimuloinnit
- elinkaarikustannustarkastelut (LCC)
- ympäristövaikutustarkastelut (LCA)
- talotekniikan visualisoinnit (sisältäen myös valaistuslaskennan).

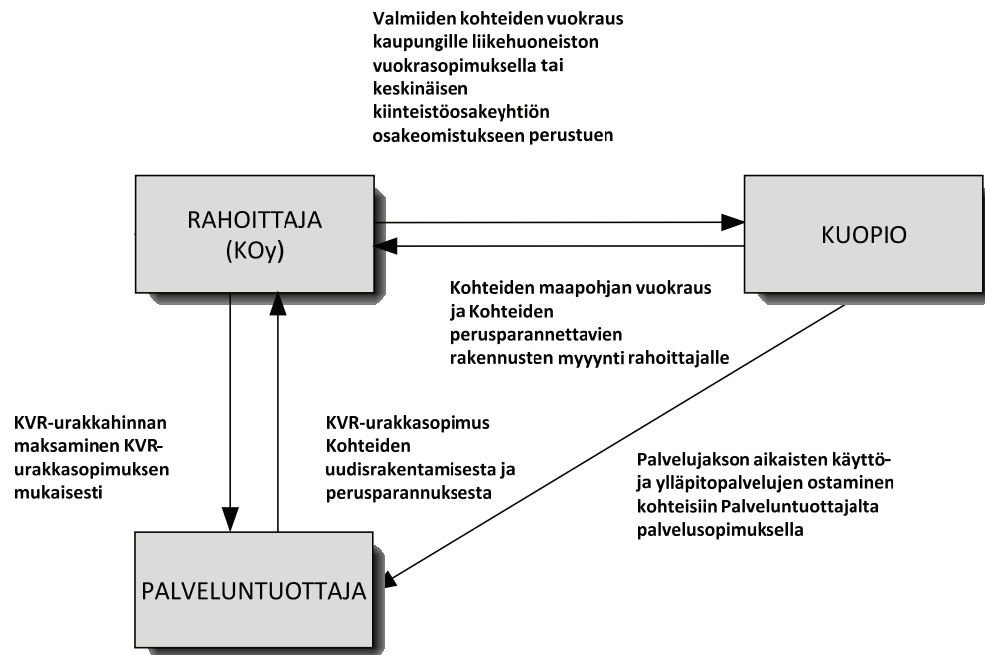
Kiinteistön käyttövaiheessa laskettuja elinkaarikustannuksia voidaan käyttää toteutuneiden kustannusten valvonnassa ja mahdollisten korjaus- ja parannustoimenpiteiden suunnittelussa. Käyttövaiheessa suunniteltujen ylläpitokustannusten toteutumista tulee seurata ja tarvittaessa ryhtyä sääto- ja korjaustoimenpiteisiin. (Pulakka et al. 2007, s. 18)

Elinkaarihankkeissa tilaaja voi seurata ja hallita kiinteistönhoidon toimivuutta asettamalla tavoitteet kiinteistön käytettävyydelle ja palveluiden tasolle. Nämä tavoitteet esitetään palvelukuvauksessa, josta löytyvät myös vasteajat erilaisten puutteiden korjaamiseen. Vasteaikojen toteutumista seurataan tilaajan ja palveluntuottajan kuukausittaisissa yhteistyöpalavereissa. Koska palveluntuottajan taloudellinen tulos perustuu pitkään sopimuskautteen, on sopimuksissa määritelty maksumekanismit joiden perusteella käytettävyysspuutteet ja palvelutason heikentyminen vähentävät palveluntuottajan tuottoa (Inspira 2009b, s. 6-12). Näin energiankulutuksen seurannan lisäksi mahdolliset puutteet ja vikailmoitukset tulee korjata ja raportoida mahdollisimman nopeasti, mikä asettaa omat vaatimuksensa esimerkiksi huoltokirjajärjestelmälle.

3.3 Case Martti Ahtisaaren koulu

Martti Ahtisaaren koulu on yksi Kuopion kaupungille elinkaarimallilla toteutettavista kohteista. Koulu sijaitsee Kuopion Lehtoniemessä ja valmistui kesäkuussa 2011, koulun pinta-ala on 7214km² ja tilavuus noin 34913m³. Kaikkiaan Kuopiolle rakennetaan kaksi koulua, päiväkotia sekä kaksi vanhaa koulua saneerataan. (Lemminkäinen PPP Oy 2010, s. 2)

Kuopion kaupunki hyväksyi kesäkuussa 2008 eri toteutusvaihtoehtoja vertailtuaan hankkeen toteutusmuodoksi elinkaarimallin. Elinkaarihanke kilpailutettiin ja tarjouskilpailun voitti vuonna 2009 perustettu Lemminkäinen-konserniin kuuluvien yhtiöiden muodostama Lemminkäinen PPP Oy. Projektityhtiön omistavat nykyisen organisaation mukaan Lemminkäinen Talo Oy ja Lemminkäinen Talotekniikka Oy. (Lemminkäinen Oyj 2011)



Kuva 3.6 Kuopion elinkaarihankkeiden puitesopimusjärjestelyt (Inspira 2009a, s. 3).

Hankkeen palveluntuottajana toimii Lemminkäinen PPP Oy, joka on solminut Kuopion kaupungin omistaman kiinteistöyhtiön kanssa erilliset KVR -tyyppiset urakkasopimukset (kuva 3.6). Sen mukaan kohteet, joihin kuuluu neljä koulua ja yksi päiväkot, toteutetaan kiinteällä urakkahinnalla. Sopimukset kattavat kohteiden suunnittelun, rakennuttamisen sekä toimimisen maankäyttö- ja rakennuslain mukaisena rakennushankkeeseen ryhtyvänä rakennuttajana.

Hankkeen eri osapuolia yhdistävän puitesopimuksen lisäksi palveluntuottaja solmii Kuopion kaupungin kanssa erillisen palvelusopimuksen, joka kattaa käyttö- ja ylläpitopalvelut koko sopimuskauden ajan. Palvelusopimuksella Kuopion kaupunki saa kohteet hallintaansa pitkäaikaisella kiinteistön vuokrasopimuksella joka sisältää käyttö-, ylläpito- ja muut kirjallisesti sovitut palvelut; tästä muodostuu elinkaarivastuu. Kohteiden rahoittajana toimii kiinteistöosakeyhtiö Kuopion koulutilat, jonka tehtävänä hankkeessa on vastata kohteiden uudisrakennus- ja perusparannustöiden rahoituksesta. Rahoittajan ja urakoitsijan välinen sopimussuhde koskee ainoastaan urakkasopimuksia.



Kuva 3.7 Kuopion palveluorganisaatio ja vastuuhenkilöt (Kukkonen 2011).

Palveluntuottaja ja kaupunki ovat perustaneet palvelun tuotannon organisoimiseksi ja toteuttamiseksi yhteistyöryhmän joka kokoontuu tarvittavin väliajoin, kuitenkin vähintään kerran vuodessa. Ryhmässä on mukana Kuopion, rahoittajan ja palveluntuottajan edustajat. Yhteistyöryhmä käsittelee muun muassa

- raportointijärjestelmän, käyttö- ja huoltokirjojen sisällön, ylläpitotavan ja käyttöoikeudet
- palvelutaso- ja käytettävyyseraportit, sekä mahdolliset poikkeamat ja niiden syyt
- toteutuneen energiankulutuksen, sekä vertailun tavoitteisiin
- PTS-suunnitelman mukaisten ylläpito- ja peruskorjausten tilanteen, sekä seuraavan vuoden aikana toteutettavat ylläpito- ja peruskorjaustoimet
- asiakastytytyväisyystutkimuksen tulokset ja mahdolliset toimenpiteet (Inspira, 2009b s. 26).

Kohteiden ylläpito tuotetaan elinkaarietäällisyyden näkökulmasta siten, että kohteiden kunto ja arvo säilyvät koko sopimuskauden ja kohteet vastaavat sopimuskauden lopussa määritettävää luovutuskuntoa. Kunnossapitopalvelun tavoitteena on pitää kiinteistöt asianmukaisessa kunnossa ja välttää ennakoinen peruskorjaus. Päämääränä on kiinteistön käyttötarkoituksen mukaisen käytettävyyden, toimivuuden ja käyttökelpoisuuden, kunnan ja arvon ylläpito ja/tai parantaminen sopimusasiakirjoissa sovitulla tavoin ja määritellyllä vastuutasolla.

Yleistavoitteena on järjestää kiinteistönhoito siten, että kiinteistöä käytetään energiataloudellisesti, järjestelmät ja laitteistot toimivat oikein. Kiinteistön turmeltuminen estetään pitkäjänteisellä ja suunnitelmallisella rakennusteknisellä kunnossapidolla ja taloteknisillä huolloilla, sekä oikea-aikaisella ja tarkoituksenmukaisella perusparantamisella ottaen huomioon taloudellinen näkökulma. (Inspira 2009b, s. 36)

3.3.1 Palvelukuvaus

Palvelukuvaus on yksi kiinteistöpalveluiden hankinta-asiakirjoista, jossa kuvataan tilaajan vaatimuksen palveluille, ottaen huomioon organisaation toimintaperiaatteet ja muiden osapuolten tarpeet. Palvelut kuvataan kokonaisuudessaan tai asiakirjassa viitataan

Kiinteistö RYL 2009:n yleisiin laatuvaatimuksiin. Palvelukuvauksessa voidaan kuvata myös tarpeelliset menettelytavat vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi. (Rakennustieto Oy 2010b, s. 4)

Palvelukuvausta ja sen liitteitä käytetään tuotetun palvelun laadunvalvonnassa palvelusopimuksen keston aikana, sekä mahdollisten käytettävyy- ja palvelutasovähennysten tekemiseen (Inspira 2009b, s. 2)

Palveluntuottajan tulee järjestää kohteisiin sähköinen huoltokirjajärjestelmä ja dokumentoida kohteiden huoltohistoria. Palveluntuottaja vastaa sähköisen tietojärjestelmän päivittämisestä yhteisesti kaupungin kanssa sovittavan menettelyn mukaisesti. Palveluntuottajan tulee noudattaa laatimaansa kunnossapitosuunnitelmaa jossa huomioidaan muun muassa seuraavat asiat:

- katot ja katteet
- seinät ja rakennuksen ulkovaippa
- katto- ja lattiarakenteet
- pintojen viimeistely
- ikkunat ja lasit
- talotekniset LVIAJ-järjestelmät
- sähköjärjestelmät
- valaistus
- terveellisyys ja turvallisuus
- kalusteet, varusteet, laitteet ja kyltit
- käyttöönotto ja testaus
- erikoislaitteet (esim. purunpoisto, paineilma, hissit)
- laitoskeittiöt.

Palvelukuvauksen mukaisesti palveluntuottajan tulee esittää vuosittain kaksi kuu- kautta ennen lukuvuoden alkamista päivitetty kunnossapitosuunnitelma kaupungille. Samassa yhteydessä toimitetaan edellisen vuoden seurantalista tehdyistä tutkimuksista ja kunnossapitotoista. Rakennusten vaatimista kunnossapitotoimenpiteistä pidetään kirjaa ja ne laitetaan tarkeysjärjestykseen. Kunnossapitosuunnitelmaa päivitetään PTS:n toteutumisen mukaan. (Inspira, 2009b, s. 37)

Palveluntuottaja ylläpitää ja päivittää todellisten olosuhteiden mukaiseksi muun muassa seuraavia aineistoja, joita voidaan helposti käyttää tarjous- ja sopimusasiakirjojen liitteenä, sekä menekki- ja tarjouslaskelman lähtötietoina:

- hoito- ja huoltotoimen mitoitukset
- siivoustoimen mitoitukset ja kartat
- hoito- ja huoltotyön opastekartat
- huoltotoimen sijaintikartat
- kiinteistönhoitosuunnitelma
- huoltokirja
- PTS-suunnitelma
- tieto- ja raportointijärjestelmä. (Inspira 2009b, s. 28)

Kuopion hankkeen palvelukuvauksen mukaan palveluntuottajan tulee järjestää myös Helpdesk-palvelu jonka avulla käyttäjät voivat tehdä ilmoituksia rakennuksen ja palvelujen puutteista sekä palveluntarpeista. Palvelun minimivaatimuksena on puhelinpalvelu sekä huoltokirjan vikailmoitus-palvelu, jotka ovat tavoitettavissa vuorokauden ympäri. Tämän lisäksi palveluntuottajan tulee laatia sellainen järjestelmä missä helpdesk-palvelun toimintaa voidaan seurata reaaliajassa. Kaupunki voi siis seurata ilmoituksia, toimenpiteitä ja niiden kuittauksia koska tahansa. Palvelun läpimenoajoista raportoidaan kuukausittain koulun käyttäjille normaalin raportoinnin yhteydessä. (Inspira 2009b, s. 27)

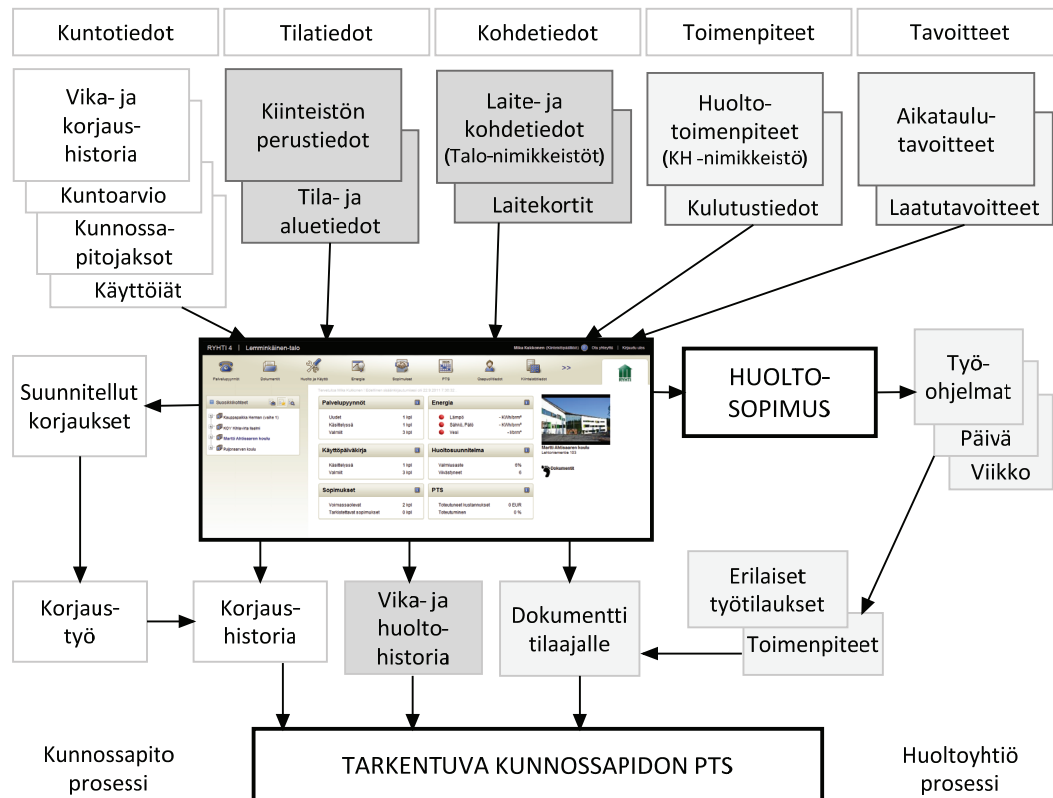
4 HUOLTOKIRJA KIINTEISTÖNHOIDOSSA

Huoltokirja on otettu käyttöön kiinteistönhuollossa vuoden 2000 alussa voimaan tulleen *Maankäyttö- ja rakennusasetuksen* määräyksen myötä. Sen mukaan huoltokirja on laadittava uudisrakennukselle, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn. Sama koskee myös korjaus- tai muutostyötä jotka edellyttävät rakennuslupaa. Vaikka huoltokirja ei ole pakollinen kaikissa kiinteistöissä, edellyttää hyvä kiinteistönpitotapa, että sellainen kaikilta löytyy. (Rakennustieto Oy 2005, s. 1)

Hyvän kiinteistönpidon tavoitteet Hein et al. (1999) mukaan ovat:

- rakennusosien ja laitteiden tavoitteidenmukainen elinkaari optimaalisin kustannuksin
- kustannusten ja toimenpiteiden ennustettavuus ja suunnitelmallisuus
- toimivat, viihtyisät, terveelliset ja turvalliset sisäolosuhteet
- järkevä energiatalous
- ympäristön huomioon ottavat ratkaisut
- riskien tuntemus ja hallinta.

Yleisesti huoltokirjalla käsitetään asiakirjakokonaisuutta (kuva 4.1), joka sisältää suunnittelussa päätetyt kiinteistön elinkaaritalouden perusteet ja jonka avulla voidaan saavuttaa kiinteistönpidon tavoitteet kiinteistön taloudellisen käyttöiän ajan. Huoltokirjan tarkoituksena on antaa kiinteistölle ohjeisto jonka avulla mahdollistetaan taloudellinen, energiatehokas, turvallinen ja terveellinen kiinteistön ylläpito. (Rakennustieto Oy 2005, s. 1)



Kuva 4.1 Huoltokirja kiinteistönpidon prosesseissa (muokattu lähteestä Hein et al. 1999, s. 65).

Huoltokirjan sisältöä ei ole määritelty tarkasti maankäyttö- ja rakennuslaissa ja tästä syystä huoltokirja on saanut useita merkityksiä eri tahoista riippuen. Justanderin ja Puhdon (2003) mukaan voidaan kuitenkin olla yhtä mieltä siitä, että huoltokirja laaditaan nimenomaan kiinteistön ylläpitoa varten.

Myyryläisen (2008b) mukaan huoltokirjasta tulee helposti liian laaja ja monimuotoinen, kun yritetään huomioida kaikki sitä käyttävät ammattialat, eikä se enää helpota tai edistä huoltotyötä. Käyttöä voidaan helpottaa tietoteknisillä järjestelmillä, mutta ohjelmistojen ja erityisesti käyttöliittymien tulee olla helppokäyttöisiä ja kansantajuisia.

Huoltotyön ongelmana on usein huono huoltotyön suunnittelu ja toteutuksen organisointi, jotka estävät työn tehokkaan suorittamisen ja tapahtumien seurannan. Ongelmia ilmenee varsinkin silloin, kun huoltohenkilöstö vaihtuu ja kiinteistöön perehtynyt henkilö vie mukanaan vuosien aikana keräämänsä kokemustiedon. Ongelmia syntyy myös hälytystilanteissa, jolloin kiinteistön tietoja tarvitaan nopeasti vahinkojen leviämisen estämiseksi. Tämä edellyttää selkeää ohjeistusta ja tarvittavien tietojen helppoa paikallistamista. (Myyryläinen 2008b, s.270)

Myyryläisen (2008b) huoltoyhtiöille tekemissä haastatteluissa moitittiin yleisesti huoltokirjan käytettävyyttä ja eräissä tapauksissa se koettiin jopa työtä haittaavaksi. Huonon käytettävyyden syinä pidettiin:

- Liian laajaa huoltokirjaa kohteeseen verrattuna: tiedon löytäminen on vaikeaa

- Huoltokirja on laadittu isoihin kiinteistöihin suunnitellulla sovelluksella, mikä on liian raskas työväline pienissä kohteissa.
- Huolto- ja viankorjauskuittausten tallentaminen mielletään turhauttavaksi ja ajanhaaskaukseksi, jos se täytyy tehdä keskusvalvomossa tai muuten kaukana huoltopisteeltä.
- Huollon ajoitus ei ole oikea, kun huomioidaan laitteiden käyttöajat. Huoltokirjan toimenpideajat ovat usein teoreettisia eivätkä vastaa käyttöolosuhteita.
- Huoltokirjan pito ajan tasalla ja vastuu päivittämisestä on järjestämättä.

4.1 Huoltokirjan merkitys kiinteistönpidossa

Herteen et al. (2001) mukaan huoltokirja ei itsessään merkitse hyvää kiinteistön ylläpitoa, vaan sen avulla kiinteistönpitoa voidaan suorittaa entistä tehokkaammin (katso Justander & Puhto 2003). Kun huoltokirja on otettu oikein perustein käyttöön, sen avulla voidaan muun muassa

- vähentää aikoja, jolloin rakennuksen rakenteet, laitteet ja järjestelmät ovat epäkunnossa
- helpottaa pääsyä rakennuksen laitteiden ja järjestelmien eri tietoihin
- edistää rakennuksen laitteiden ja järjestelmien suorituskkyä
- tehostaa ylläpidon vaatiman ajan ja resurssien käyttöä
- vähentää varastointikustannuksia
- parantaa rakennuksen vikoihin ja korjaushistoriaan liittyvien tietojen hyödynnettävyyttä.

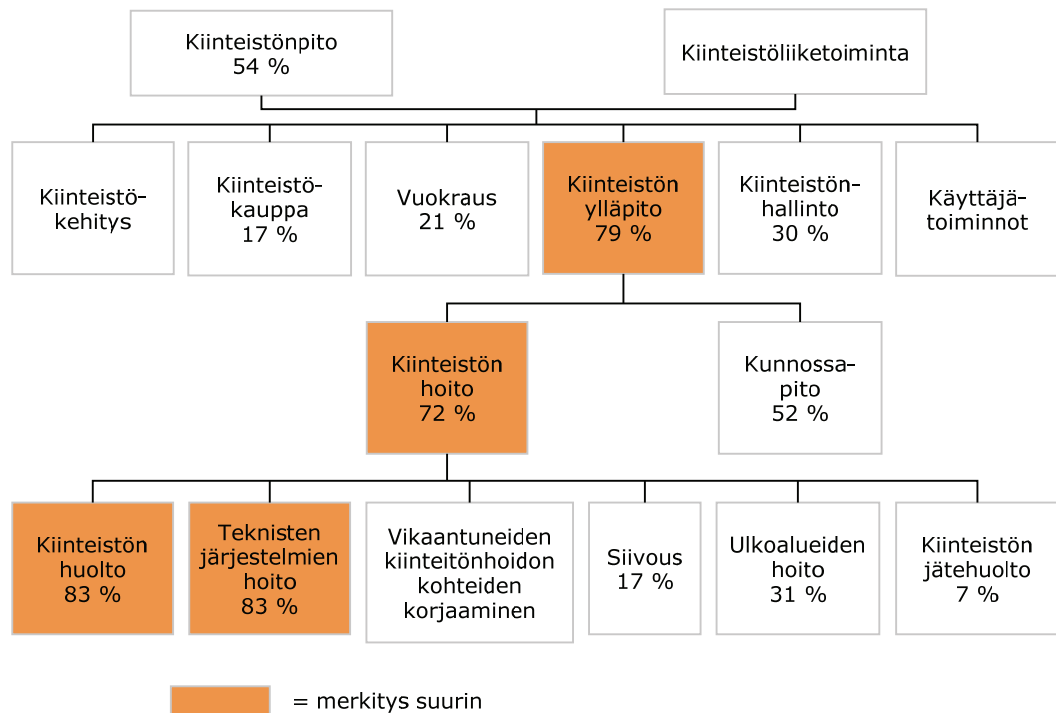
Tavoitteisiin pääseminen vaatii kiinteistönpito-organisaatiolta suunnitelmallista toimintaa, jossa huoltokirja on osoittautunut hyväksi apuvälineeksi. Huoltokirja sisältää kiinteistön yleisten perustietojen lisäksi kiinteistön hoitoon, huoltoon, kunnossapitoon ja korjauksiin sekä käyttöikään liittyviä tietoja. Huoltokirja on väline kiinteistön elinkaaren hallintaan. (Hein et al. 1999, s. 4)

Huoltokirjan liiteaineiston yhtenä tehtävänä voidaan pitää tietojen säilymisen varmistaminen, kun

- kiinteistönhoitopalveluja ulkoistetaan ja fyysinen etäisyys omistajan, käyttäjän ja palveluntuottajan välillä kasvaa
- kiinteistösijoittajat tuovat tullessaan uusia toimintatapoja
- vastuhenkilöt vaihtuvat.

Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n teettämässä e-EHYT – hankkeessa (elinkaarihallinnan yhteiset ydintiedot sähköisissä huoltokirjoissa) korostui huoltokirjan määrittämiselle kolme eri näkökulma. Laajimmillaan huoltokirja on osa kiinteistönpidon ohjausjärjestelmää, jolloin se sisältää perustietojen lisäksi historiatietoja. Toisen näkökulman mukaan huoltokirja on ylläpidon valvonnan ja ohjauksen apuväline, jolloin se toimii kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeena. Kolmas käyttötarkoitus on huoltokirjan käyttö kiinteistön ylläpitoon liittyvän tiedon säilyttämiseen. Huoltokirja toimii

myös informaatiokanavana ja ylläpidon suunnittelun apuvälineenä. (Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry 2003, s. 10)



Kuva 4.2 Huoltokirjan merkitys apuvälineenä kiinteistön ylläpidon eri toiminnoissa (Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry 2003, s. 11).

Huoltokirjaa voidaan tarkastella sekä kiinteistön omistajan että palveluntuottajan näkökulmasta. Kiinteistönomistajan näkökulmassa korostuu ylläpidon valvonta ja ohjaus; kiinteistöpalveluiden tuottajan näkökulma puolestaan korostaa tuotannonohjausta. (Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry 2003, s. 11)

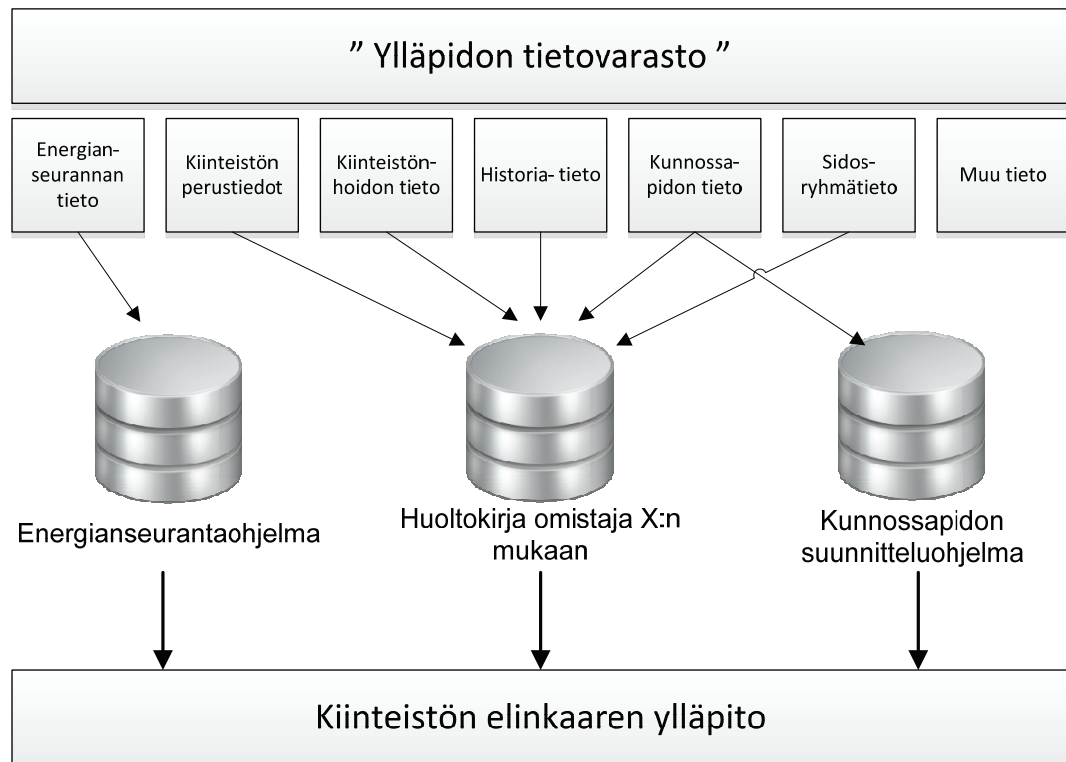
4.2 Huoltokirjaohjelmat

Ensimmäiset huoltokirjat olivat kansioita, jotka sisälsivät kiinteistön suunnitteluun ja rakentamiseen liittyviä tietoja. Tietotekniikan käytön lisääntyminen mahdollisti kuitenkin sähköisen tiedon siirron osapuolten välillä ja lisäsi kysyntää ohjelmistopohjaisille huoltokirjoille. Ohjelmistojen kehittyessä niihin on lisätty ominaisuuksia kiinteistön ylläpito-organisaation tarpeiden mukaan ja voidaankin puhua jo sähköisistä kiinteistönhallintajärjestelmistä. Vaikka useimmat ohjelmat perustuvat ohjeeseen Toimitilakiinteistön huoltokirjan laadinta (Hein et al. 1999), tulkitsevat ohjelmantoimittajat ohjetta kukin tavallaan. Tästä syystä ohjelmistojen laajuus ja tietosisältö vaihtelee suuresti.

Huoltokirjoja kehitetään jatkuvasti huoltomiehen työkalusta osaksi kiinteistöliiketoiminnan tiedonhallinta-, toiminnanohjaus-, ja raportointijärjestelmää. Tämän lisäksi

useat ohjelmat sijaitsevat erillisellä palvelimella, jolloin kaikki asianomaiset voivat käyttää sitä ajasta tai paikasta riippumatta. (Rakennustieto Oy 2005, s. 2)

Markkinoilla on tai on ollut erilaisia kaupallisia huoltokirjaohjelmia yli 40kpl. Tämä aiheuttaa lisävaivaa kiinteistöhoitoyrityksille, sillä he voivat joutua käyttämään useita eri huoltokirjaohjelmia samanaikaisesti. Samaan aikaan monilla yrityksillä on käytössä oma vikailmoitusten vastaanottamiseen, välittämiseen ja seuraamiseen kehitetty ohjelma, joiden tiedot syötetään erikseen huoltokirjaan.



Kuva 4.3 Ylläpitoon liittyvä tieto eri järjestelmissä (Hein et. al. 1999, s.78).

Huoltokirjan muotoa valittaessa tulee huomioida kiinteistön koko ja huollon sille asettamat vaatimukset. Pienimmissä kiinteistöissä alun perin käytössä ollut kansio voi olla hyvinkin toimiva ratkaisu yksinkertaisuuden vuoksi. Suuremmissa kiinteistöissä huoltokirjaohjelmien merkitys sen sijaan kasvaa. Selaimen kautta käytettävä huoltokirja on käytännöllisin silloin, kun useampi taho tarvitsee kiinteistön tietoja samanaikaisesti.

4.3 Huoltokirjan ominaisuudet

Huoltokirjalta tai kiinteistönylläpitojärjestelmältä vaaditut ominaisuudet voidaan nähdä käyttäjän asettamina vaatimuksina järjestelmälle. Tehtyjen haastatteluiden perusteella aktiivisemmin huoltokirjaa käyttävät tekninen kiinteistöhoito ja kiinteistön managementi. Vastaavasti e-EHYT tutkimushankkeessa huoltokirjan nähtiin hyödyntävän pääasiassa kiinteistöpäällikköä, kiinteistöhoitajaa ja huoltotyönjohtajaa (e-EHYT 2003, s.10)

Kiinteistön johtamistoimet käyttävät huoltokirjajärjestelmää pääasiassa palvelupyyntöjen, energiankulutuksen ja huoltosuunnitelman seurantaan ja raportointiin. Kiinteistöhoito käyttää huoltokirjaa työn suunnitteluun, ohjaamiseen ja tehtyjen töiden kuittaamisen. Tehtyjen haastatteluiden perusteella huoltokirjajärjestelmän tärkeimpinä ominaisuuksina pidettiin

- helppokäyttöisyyttä
- hyviä ja selkeitä raportointiominaisuuksia
- helppoa päivitettävyyttä
- tiedon määrän optimaalisuutta
- tarkoituksenmukaisuutta
- yksinkertaista töiden kuittauskäytäntöä
- tiedon eheyttä ja ajantasaisuutta.

Näiden lisäksi sähköisen huoltokirjan tulisi sisältää myös seuraavat ominaisuudet: (Korka et al. 1997; Vaciedes & Knecht 2006)

- standardoitu tietosisältö
- selain- ja Windows-pohjaisuus
- selkeä ja hallittava käyttöliittymä
- hyvät integrointiominaisuudet.

Erityisesti huoltokirjan helppokäyttöisyys ja sen sisältämän tiedon määrä nousivat esille haastatteluissa. Huoltokirjan toimivuutta voidaan arvioida myös sen sisältämien toimintojen perusteella. Tehtyjen haastattelujen mukaan huoltokirjajärjestelmän tärkeimmät toiminnot ovat:

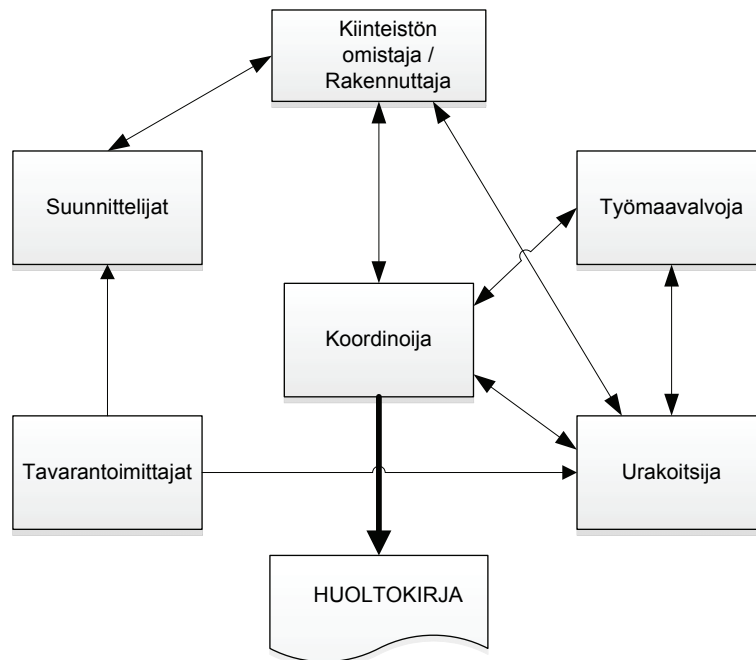
- huolto-ohjelma, sen toteuttamisen seuranta ja vertailu tavoitteisiin
- energiaseuranta, -raportointi ja vertailu tavoitteisiin
- PTS:n mukaisten investointien todennettavuus / jäljitettävyyys
- palvelupyyntöjen käsittely
- vika- ja vasteaika raportointi
- töiden seurantamahdollisuus tavoitteisiin verrattuna
- vikailmoitusten käsittely ja siirto työmääräyksiksi
- käyttöpäiväkirja
- ylläpidon historiatiedon kerääminen ja säilyttäminen.

Vastaavia tuloksia on saatu myös e-EHYT hankkeen yhteydessä, jolloin on pyritty määrittelemään huoltokirjan tärkeimmät toiminnot ja mahdollisuutta selkeyttää ja tehostaa huoltokirjojen sisältöön ja hyödyntämiseen liittyvää tiedonhallintaa, sekä kehittää yhteiset perusedellytykset eri ohjelmien yhteensopivuudelle ja rinnakkaiselle käytölle.

4.4 Huoltokirjan sisältö

Huoltokirjan ei tarvitse olla kaiken kattava, koska silloin syntyy helposti Myyryläisen (2009) mainitsemia ongelmia käytettävyydessä. Toisaalta Justander & Puhdon (2003, s54) mukaan huoltokirjan tiedon määrälle on kahdenlaisia näkemyksiä. Osa piti huoltokirjaa mahdollisimman kattavana järjestelmänä, mihin pitää kerätä mahdollisimman paljon tietoa ohjelmistojen toimivuuden rajoissa. Toisen näkökulman mukaan huoltokirjan tulee sisältää vain todella tarpeellinen tieto, jotta järjestelmät pysyvät helppokäyttöisinä ja ajantasaisina.

Justander & Puhdon (2003) tekemissä haastatteluissa tuli ilmi näkökulma, jonka mukaan itse huoltokirjaohjelman valinnalla ei ole merkitystä, vaan tärkeämpää on tietosisällön ja tiedon tason määrittäminen, sillä niiden pohjalta määräytyy koko ohjelmasta saatava hyöty ja sen käyttökelpoisuus. Suuren tietomäärän yksi ongelma on tarpeellisen tiedon häviäminen tietomassaan. Huoltokirjaan tulee sisällyttää vain sen verran tietoa minkä ylläpitoon kaikki tahot voivat sitoutua.



Kuva 4.4 Huoltokirjan laadinnan osapuolet (Rakennustietosäätiö 1999, s.3).

Uudisrakennushankkeissa huoltokirjan laatii yleensä erikseen nimetty koordinoija (kuva 4.4). Hänen vastuullaan on varmistaa, että huoltokirjaan kerättävistä tiedoista syntyy käyttökelpoinen kokonaisuus. Esimerkiksi Kuopion hankkeissa huoltokirjakoordinaattori tulee kohteiden huoltokirjajärjestelmän toimittajan puolesta, jolloin koordinaattorin vastuulla on myös kiinteistöjen perustietojen syöttäminen järjestelmään. Tämän lisäksi on tärkeää sopia huoltokirjan edellyttämistä tehtävistä ja velvoitteista kaikkien osapuolten kesken siten, että kukin osapuolista huolehtii huoltokirjan laatimisesta aiheutuvien tehtävien ja velvoitteiden siirtymisestä suoriteketjussa eteenpäin. Tietojen syöttäminen huoltokirjoihin on työläs vaihe, varsinkin jos laitteiden yksityiskoh-

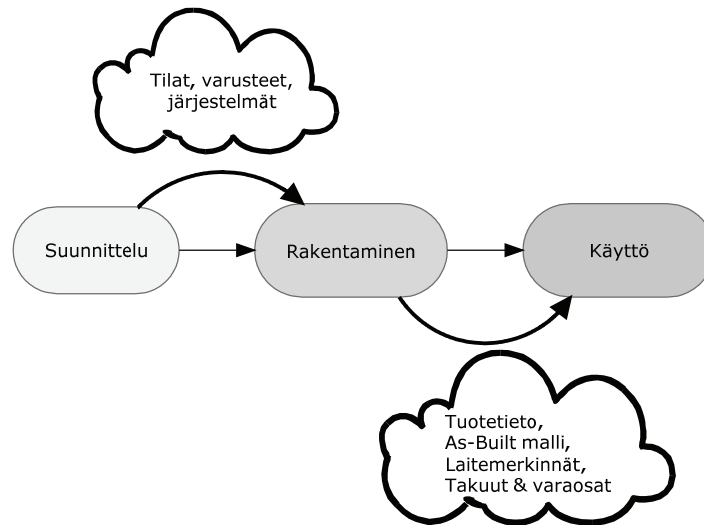
taiset tiedot syötetään konekortteihin. (Rakennustieto Oy 2005, s. 3; Rakennustietosäätiö 1999)

Taulukko 4.1 Esimerkki uudis- ja perusparannuskohteen huoltokirjan laadinnan osapuolista (Hein et al. 1999, s.47).

Huoltokirjan osa	Vastuullinen laatija	Tiedon toimittaja / lähde
Yleistiedot		
Huoltokirjan käyttökohteet	koordinoija	KH- ja LVI-kortistot
Huoltokirjan perehdyttäminen	koordinoija	
Kiinteistön perustiedot	koordinoija	arkkitehti, suunnittelijat, tilaaja
Järjestelmien yleiskuvaukset	koordinoija	suunnittelijat
Tehdyt selvitykset ja tutkimukset	koordinoija	tilaaja, suunnittelijat
Yhteystiedot	koordinoija	tilaaja, suunnittelijat, urakoitsijat
Palvelutuotteet ja vastuurajat		
Kunnossapito		
Käyttöiät ja kunnossapitojaksot	koordinoija	tilaaja, suunnittelijat
Kunnossapito-ohjelma (varaus)	koordinoija	urakoitsijat, tavarantoimittajat
Korjaushistoria ja korjaus	koordinoija	
hankkeiden takuajan seuranta		tilaaja, suunnittelijat
Kiinteistönhoitosuunnitelma		
Tavoiteolosuhteet ja ohjeelliset toiminta-arvot	LVI- ja sähkösuunnitel-	tilaaja, suunnittelijat
Teknisen hoidon ja huollon tarkastustaulukot	lija	
päivä- ja viikkotehtävien luettelot	koordinoija	tilaaja, suunnittelijat
kalenterivuoden tarkastustaulukot	koordinoija	suunnittelijat
10-vuotiskauden tarkastustaulukot	koordinoija	suunnittelijat
käyttöpäiväkirja	koordinoija	
Talotekniikan huoltosuunnitelma	koordinoija	LVI- ja sähkösuunnittelijat, ura-
Ulkoalueiden hoidon tarkastustaulukko ja käyt-	koordinoija	koitsijat
töpäiväkirja		
Paikantamispöytäkuvat	suunnittelijat	tilaaja, urakoitsijat
Kulutusseuranta	koordinoija	tilaaja, suunnittelijat
Valvonta- ja palauteraportit (varaus)	koordinoija	
Asiakirjaluettelo	koordinoija	suunnittelijat, tilaaja
Liitteet		
Huoltokirjan käyttöohjeet	koordinoija	KH- ja LVI-kortistot
Viranomaismääräykset	koordinoija	
Tarkastus-, hoito- ja huolto-ohjeet	suunnittelijat	täydentävät ohjeet urakoitsijoil-
		ta, KH- ja LVI-kortistot
Konekortit, erityisvaraosat ja – tarvikkeet	suunnittelijat	urakoitsijat
Huoltokortit	suunnittelijat	suunnittelijat, urakoitsijat
Urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien tuotekohtaiset käyttö-, hoito-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet	urakoitsijat, suunnittelijat	tavarantoimittajat, urakoitsijat
Poikkeus- ja häiriötilanteiden ohjeet	suunnittelija	täydentävät ohjeet urakoitsijoil-
		ta, KH- ja LVI-kortistot
Tilojen käyttäjien ohjeet	koordinoija	tilaaja, suunnittelijat
Kiinteistön suojelusuunnitelma	suojausjohtaja	tilaaja, suojelujohtaja
Piirustukset	koordinoija	suunnittelijat
pintarakenteet	arkkitehti	urakoitsijat
Laite- ym. luettelot	suunnittelijat	urakoitsijat
Huoltokirjassa käytetty nimikkeistö	koordinoija	tilaaja
Arkisto	koordinoija	

Huoltokirjaan tarvittavien tietojen keräämisessä voidaan käyttää esimerkiksi COBie:ta (Construction Operations Building Information Exchange). COBie on alun perin Yhdysvaltain armeijan ja avaruushallinnon kehittämä menettely, jonka avulla kiinteistön ylläpidon tarvitsemaa tietoa kerätään jo suunnittelun ja rakentamisen aikana.

Useimmiten käyttöönoton yhteydessä luovutettava aineisto kerätään hankkeen loppuvaiheessa ja joudutaan näin luomaan uudelleen; COBie:lla varmistetaan tiedon keräys hankkeen edetessä. (East, 2011)

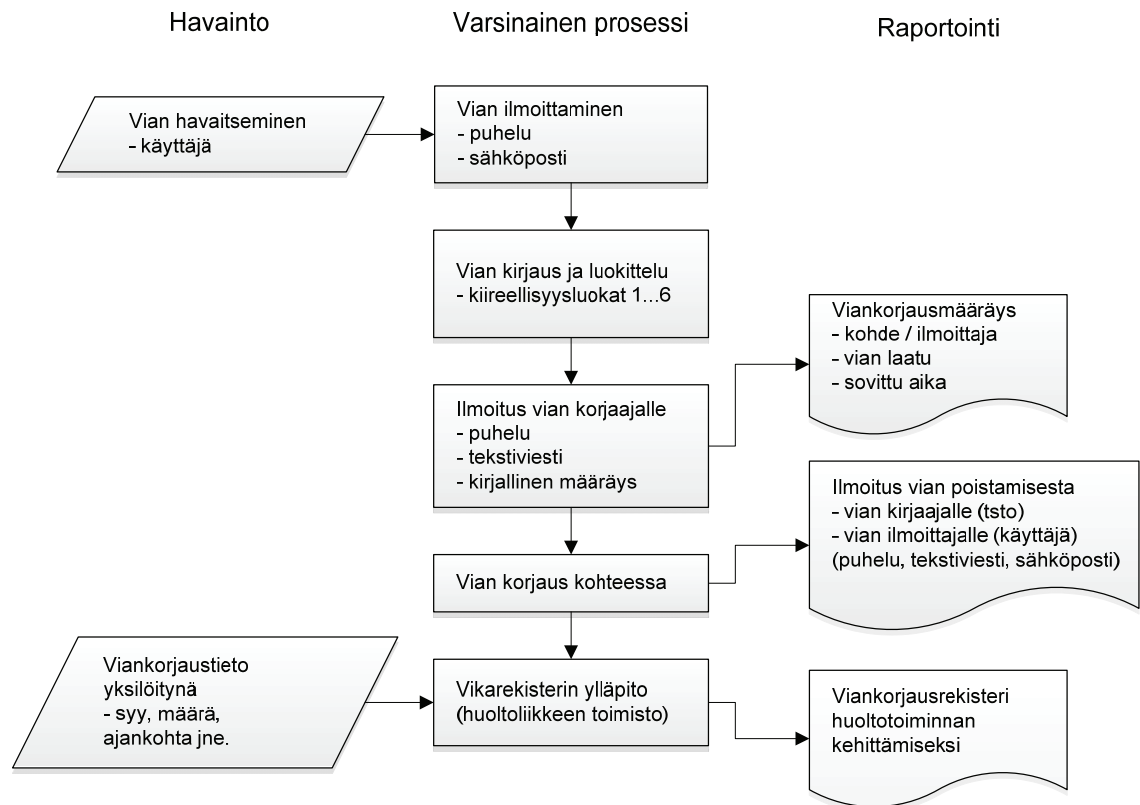


Kuva 4.5 COBie:n prosessi (East 2011)

Koska hankkeen kaikkien osapuolten täytyy tuottaa informaatiota luovutusaineistoon, voidaan COBie:ssa tiedot esittää useassa eri muodossa. COBien mukaan esitetty tieto on laadittu siten, että se on yhteensopivaa kaikkien suunnittelijoiden käyttämien formaattien kanssa. Suunnittelijat voivat tuottaa tietoa IFC-muodossa, urakoitsijat voivat käyttää yhteensopivia kaupallisia ohjelmistoja tietojen päivittämiseen tai kirjoittaa tiedot suoraan taulukkolaskentaan. Kiinteistön ylläpito voi edelleen tuoda COBie tiedostot omiin järjestelmiinsä IFC- tai taulukkolaskentamuodossa. (East 2011)

4.4.1 Tiedon käyttö

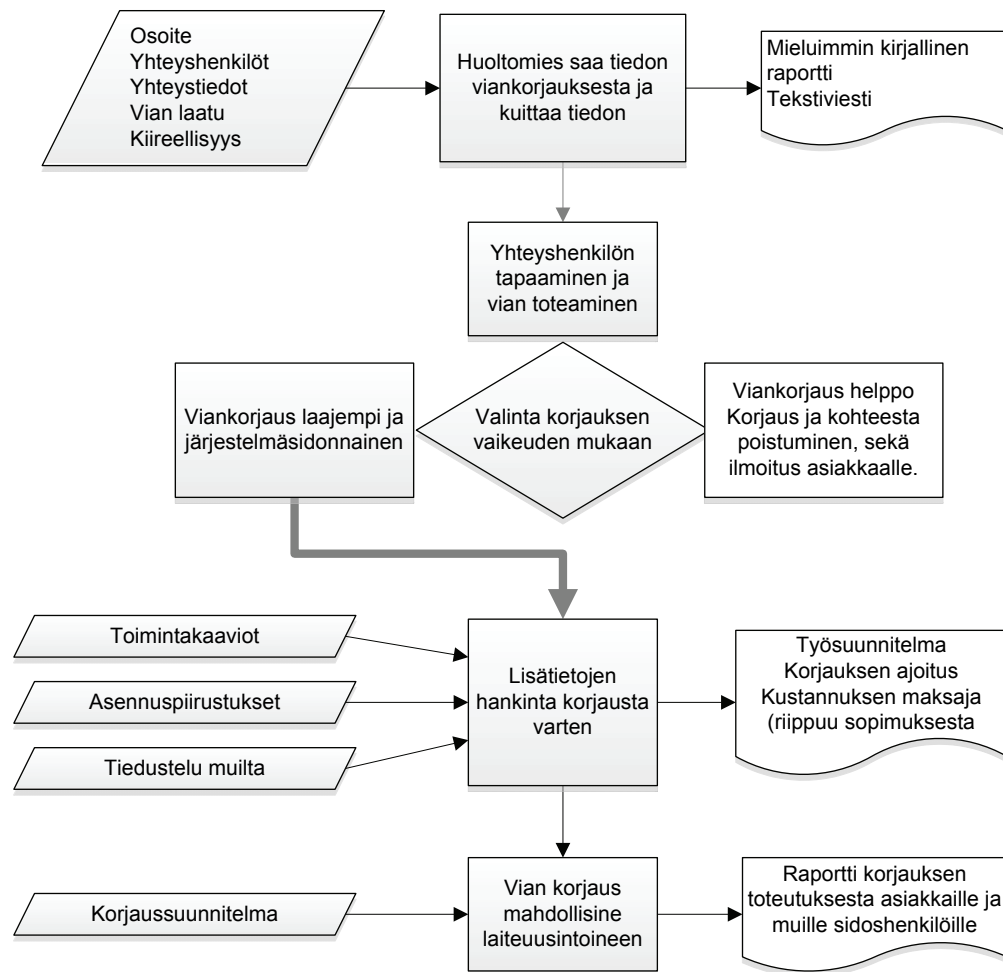
Kiinteistön omistaja ja ylläpito-organisaatio voivat käyttää huoltokirjan tietoja muun muassa töiden tilaamisessa, asiakirjojen laatimisessa, kiinteistöhoitotöiden suunnittelussa, budjetoinnissa, seurannassa, valvonnassa, tarjouspyyntöjen ja sopimusasiakirjojen teossa, kiinteistöön liittyvän rakennustekniikan ja LVI-tekniikan kunnon arvioinnissa, valvonnassa ja korjaushistorian keräämisessä. Huoltokirjan liittyminen kiinteistön ylläpitoprosesseihin on esitetty kuvassa 4.5 (Hein et al. 1999, s. 72-73).



Kuva 4.7 Prosessikaavio vian havaitsemisesta, ilmoittamisesta ja korjaamisesta sekä palaute raportoinnista ja viankorjausrekisteristä (Myyryläinen 2008b, s.64).

Mikäli kohteessa on hyvä huoltokirja paikannuspiirustuksineen ja ajan tasalla oleva toimintakaavio, on perustietojen saaminen korjaustyötä varten nopeaa ja helppoa. Huoltomiehen olisi kuitenkin hyvä tuntee ennakkoon hänen huoltonsa ja viankorjausten piiriinsä kuuluvat kohteet. (Myyryläinen 2008b, s. 136)

Korjaustapahtuman valmistelu ja siihen vaikuttavia seikkoja on esitetty Kuva 4.8. Kiinteistön viat ja käyttöhäiriöt ovat hyvin moninaisia ja kuvassa on esitettykin kaksi erilaista viankorjaustapausta. Toinen, joka kohdistuu yhteen laitteeseen, on helppo, eikä vaadi tutustumista taloteknisiin järjestelmiin; toinen taas on laajempi, ja vaatii onnistuakseen tutustumista huoltokirjaan sekä ohjeistusta esimiehiltä. (Myyryläinen 2008b, s. 136)



Kuva 4.8 Viankorjauspäätökset erilaisten vikojen korjauksissa (Myryläinen 2008b, s. 137).

Huoltokirjan ja sen liitteiden osia voidaan käyttää myös isännöinti- ja kiinteistönhoitopalveluiden tarjouspyynnöissä ja sopimuksissa tehtävänmäärittelyn asiakirjana (taulukko 4.2). Kiinteistönhoidosta voidaan saada tilaajan tavoitteiden mukaisia ja keskenään vertailukelpoisia tarjouksia vain, jos tarjouspyyntö on laadittu huolellisesti ja tehtävänmäärittelyt palvelutuotemäärittelyineen ja vastuunjakoineen ovat riittävän yksityiskohtaisia.

Taulukko 4.2 Esimerkki huoltokirjan ja muun aineiston käyttämisestä kiinteistönhoitopalveluiden tarjousmenettelyissä ja sopimuksissa (Hein et al. 1999, s. 70).

	Huoltokirja	Muu luovutus- aineisto	Erikseen laadittava	Yleinen viiteaineisto
Hoito ja huolto (tekni- nen)	kiinteistönperustie- dot palvelutuotteet ja vastuunajat tavoiteolosuhteet tarkastustaulukot talotekniikan huolto- suunnitelma	takuuajan huoltosopi- mukset	tarjouspyyntö raportointiohjeet, jos eivät sisälly pal- velutuoteluettelo	KH 90-00226, LVI 01- 10259 Tarkastus-, hoito- ja huolto-ohjeet. Poik- keus- ja häiriötilanteet KH 90-00276, LVI 01- 10303 Toimitilakiinteis- tön huoltokirjan käyttö

	paikantamispäiirustukset kiinteistökohtaiset tarkastus-, hoito- ja huolto-ohjeet huoltokortit jne.			
Ulkoal- eiden puh- taanapito	kiinteistön perustie- dot, hoitoalueiden laajuustiedot alue- ja viherraken- teiden paikantamis- piirustukset ja määrä- tiedot palvelutuotteet ja vastuuraajat		tarjouspyyntö liittei- neen raportointiohjeet, jos eivät sisälly pal- velutuoteluetteloon	KH 90-00276, LVI 01- 10303 Toimitilakiinteis- tön huoltokirjan käyttö
Lumityöt	kiinteistön perustie- dot, hoitoalueiden laajuustiedot alue- ja viherraken- teiden paikantamis- piirustukset ja määrä- tiedot palvelutuotteet ja vastuuraajat		tarjouspyyntö liittei- neen raportointiohjeet, jos eivät sisälly pal- velutuoteluetteloon	KH 90-00276, LVI 01- 10303 Toimitilakiinteis- tön huoltokirjan käyttö
Kasvityöt	kiinteistön perustie- dot, hoitoalueiden laajuustiedot alue- ja viherraken- teiden paikantamis- piirustukset ja määrä- tiedot palvelutuotteet ja vastuuraajat kasviluettelo viherrakenteiden hoito-ohjeet		tarjouspyyntö liittei- neen raportointiohjeet, jos eivät sisälly pal- velutuoteluetteloon	KH 90-00276, LVI 01- 10303 Toimitilakiinteis- tön huoltokirjan käyttö
Siivous	kiinteistön perustie- dot pintarakenteet	piirustukset siivottavista alueista	tarjouspyyntö liittei- neen siivousohjelma laatutasomäärittelyt raportointiohjeet	KH 90-00276, LVI 01- 10303 Toimitilakiinteis- tön huoltokirjan käyttö
Erityisjär- jestelmi- en huolto	kiinteistön perustie- dot järjestelmien paikan- tamispiirustukset viranomaismääräyk- set	erityisjärjes- telmien asiakir- jat	tarjouspyyntö raportointiohjeet	tarkastaminen ja huol- toa koskevat voimassa olevat säädökset (his- sit, öljypolttimet, säh- köverkko

Kappaleessa 3.2 esitetyn mukaisesti Kuopion hankkeissa isännöinnistä vastaa Lemminkäinen Talo Oy ja teknisestä kiinteistönhoidosta Lemminkäinen Talotekniikka Oy, näin taulukon 4.2 mukaisista palveluista kaikki muut, paitsi kiinteistönhoito ja -huolto hankitaan ulkopuolisilta palveluntuottajilta.

Haastatteluissa tuli esille, että huoltokirjan sisältämissä kiinteistönhoitopalveluiden tarjouspyyntöihin tarvittavissa tiedoissa on usein puutteita tai niitä ei ole helposti saatavissa. Kiinteistöpalveluiden hankinnan tarjouspyyntöasiakirjojen huolellinen laadinta helpottaa kuitenkin tarjousten vertailtavuutta. Näin voidaan valita palveluntuottaja, joka

kykenee tuottamaan edullisimman palvelun haluttuun laatutasoon ja pystyy kehittämään kiinteistön ylläpitoa tilaajan kanssa. (KH-X4-0055 2010, s.1)

4.4.2 Tietojen kattavuus

Haastatteluissa tuli yleisesti ilmi se, että huoltokirjat sisältävät usein liikaa tietoa tai tieto on liian yksityiskohtaista. Toisaalta, huoltokirjan pitäisi sisältää kiinteistönhuollon kannalta oleelliset tiedot, jotta sen käyttö ja ylläpito olisi järkevää. Liiallinen tiedon määrä aiheuttaa kuitenkin sen, että tarvittavan tiedon löytäminen ja ylläpito tulee liian työlääksi. Tietosisältöä määritettäessä tuleekin huomioda, että tiedon hallittavuus säilyy ja tiedon hankkiminen jälkikäteen kasvattaa kustannuksia.

Myyryläinen (2008a) mukaan huoltokirjan sisältö määräytyy tarpeen mukaan ja voidaan jakaa ryhmiin, joita ovat

- perustiedot
- olosuhdevaatimukset
- energiatalous
- toiminnan yleiset organisointimenetelmät.

Järjestelmien yleiskuvauksiin sisällytetään tiivistetyt yleiskuvaukset kiinteistön taloteknisistä järjestelmistä ja laitteista sekä niiden palvelualueista. Kohdassa kuvataan myös sellaiset erityisjärjestelmät ja –laitteet, joiden hoito, huolto ja kunnossapito

- vaativat normaalia suurempaa työpanosta
- edellyttävät kyseisen alan erikoisosaamista
- ovat tärkeitä järjestelmien häiriöalttiuden tai vikatilanteissa kiinteistön toiminnalle aiheutuvien riskien vuoksi. (Hein et al. 1999, s. 25)

Tällaisia järjestelmiä Hein et al. (1999) mukaan ovat

- ilmastoinnin jäähdytys-, kostutus- ja lämmönlämmönottojärjestelmät
- kaasujärjestelmät
- kiinteistöautomaatiojärjestelmät
- paineastiat
- paineilmajärjestelmät
- paloilmotusjärjestelmät
- palontorjuntajärjestelmät
- raskasöljyn tms. saattolämmitykset
- uima-allaslaitteistot
- varavoimakoneet
- vesi- ja viemäripumppaamot.

Liitteessä 1 on esitetty vertailu Martti Ahtisaaren koululla käytetystä tietojenkeräysloMAKEesta ja tiedoista jotka on koettu kiinteistönhuollon kannalta tarpeellisiksi. Taulukko on laadittu siten, että kerättävien tietojen avulla voidaan tarvittaessa tilata vastaava uusi laite.

4.5 Huoltokirjan ylläpito

Huoltokirjan ylläpidon kannalta on oleellista määrittää selkeä tietojen ylläpidon vastuu-jako. Käyttövaiheessa huoltokirjan tietosisältöä tulisi myös kehittää, jolloin ylläpidosta tulee jatkuva prosessi. Senaatti-kiinteistön ohjeiden mukaan huoltokirjasta vastaa aina kohteen kiinteistöpäällikkö ja mikäli ylläpitoa ja kehitystä ei ole järjestetty kootusti, tilataan tarvittava työ esimerkiksi huoltokirjan laatineelta taholta. (Törmikoski et al. 2007, s. 17)

Justander & Puhdon 2003 tekemän tutkimuksen mukaan kiinteistönhoitoliikkeet ovat selkeästi aktiivisimpia tiedon tuottajia ja ylläpitäjiä. Kiinteistön omistajat tuottavat lähinnä kiinteistön käyttöön liittyvää tietoa ja jonkin verran kulutuksiin ja kustannuksiin liittyvää tietoa. Tutkimuksen mukaan kiinteistönhoitoliikkeet olivat tuottaneet kaikkia seuraavista tiedoista huoltokirjaan,

- hoidon suunnittelu- ja toteumatieto
- kiinteistön alueisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin liittyvä tieto
- kiinteistön käyttöön liittyvä tieto
- kunnossapitoon liittyvä tieto
- kulutukseen liittyvä tieto
- kustannustieto
- käyttäjäpalaute.

Heidän mukaansa voidaankin tehdä johtopäätös, että kiinteistön omistajan ja käyttäjän rooli on vähäinen kiinteistön ylläpitoon liittyvän tiedon tuottamisessa ja ylläpitämisessä. Vastaavasti Hein et al. (1999) laatimasta taulukosta voidaan havaita, että kiinteistön ylläpito-organisaatio vastaa tai on osallisena noin kahdesta kolmannesosasta huoltokirjan tietojen ylläpidosta.

Taulukko 4.3 Esimerkki huoltokirjan ylläpidosta (Hein et al. 1999, s. 77).

Huoltokirjan osa	Tiedon toimittaja / hankkija
Sisällysluettelo	ylläpito-organisaatio
Huoltokirjan käyttöohjeet	ylläpito-organisaatio
Huoltokirjaan perehdyttäminen	ylläpito-organisaatio
Kiinteistön perustiedot ja järjestelmien yleiskuvaukset	ylläpito-organisaatio
Tehdyt selvitykset ja tutkimukset	ylläpito-organisaatio
Yhteystiedot	urakoitsijat, tavarantoimittajat, ylläpito-organisaatio
Kiinteistönhoidon palvelutuotteet ja vastuurajat	ylläpito-organisaatio
Käyttöikä tiedot	suunnittelijat, urakoitsijat, kuntoarvioijat, kuntotutkijat, kiinteistönhoito-organisaatio, tavarantoimittajat
Kunnossapitotaksot	kuntoarvioijat, suunnittelijat, urakoitsijat, ylläpito-organisaatio
Kunnossapito-ohjelma	ylläpito-organisaatio
Korjaushistoria ja korjaushankkeiden takuajan seuranta	urakoitsijat, kiinteistönhoito-organisaatio
	ylläpito-organisaatio
Tavoiteolosuhteet ja ohjeelliset toiminta-arvot	ylläpito-organisaatio , kiinteistönhoito-organisaatio
Tarkastustaulukot	kiinteistönhoito-organisaatio, suunnittelijat, urakoitsijat
Talotekniikan huoltosuunnitelma	kiinteistönhoito-organisaatio, suunnittelijat, urakoitsijat
Paikantamispiirustukset	kiinteistönhoito-organisaatio, suunnittelijat, urakoitsijat

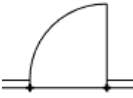
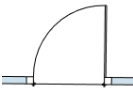
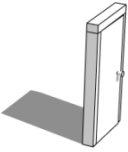
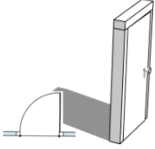
Kulutusseuranta	ylläpito-organisaatio , kiinteistönhoito-organisaatio
Asiakirjaluettelo	ylläpito-organisaatio
Viranomaismääräykset	suunnittelijat, ylläpito-organisaatio
Tarkastus-, hoito- ja huolto-ohjeet	suunnittelijat, urakoitsijat
Konekortit, erityisvaraosat ja -tarvikkeet	kiinteistönhoito-organisaatio, ylläpito-organisaatio , urakoitsijat, tavarantoimittajat
Huoltokortit	kiinteistönhoito-organisaatio, ylläpito-organisaatio , urakoitsijat
Urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien toimittamat käyttö-, hoito-, ja huolto- ja kunnossapito-ohjeet	kiinteistönhoito-organisaatio, urakoitsijat, tavarantoimittajat, ylläpito-organisaatio
Poikkeus ja häiriötilanteiden ohjeet	suunnittelijat, urakoitsijat
Tilojen käyttäjien ohjeet	ylläpito-organisaatio
Kiinteistön suojelusuunnitelma	ylläpito-organisaatio , suojelujohtaja
Piirustukset	suunnittelijat
Pintarakenteet	suunnittelijat, urakoitsijat, kiinteistönhoito-organisaatio
Laite- ym. luettelot	suunnittelijat, urakoitsijat
Huoltokirjassa käytetty nimikkeistö	ylläpito-organisaatio
Arkisto	useita toimittajia

Tästä syystä huoltokirjan laadinnassa, sisällön määrittämisessä ja käyttöjärjestelmien valinnassa tulisi ensisijaisesti konsultoida kiinteistön ylläpito-organisaatiota, mikä ei usein kuitenkaan toteudu. Useimmissa rakennushankkeissa ylläpitoon liittyvän tiedon kerää kiinteistön rakentaja ja luovuttaa sen parhaana pitämässään muodossa edelleen huoltoyhtiölle tai omistajalle. Elinkaarihankkeet ovat kuitenkin poikkeus tässä, koska ylläpito-organisaatio on mukana hankkeessa suunnitteluvaiheesta alkaen ja sillä on ainakin näennäinen mahdollisuus vaikuttaa tiedonkeräämiseen rakentamisvaiheen aikana.

5 MALLINTAMINEN

5.1 Tietomallit yleensä

Perinteinen kaksiulotteinen CAD-suunnittelu tehdään muodostamalla viivoja, kaaria ja muita graafisia elementtejä. Geometriaa voidaan mallintaa myös muodostamalla pintoja, kappaleita, valonlähteitä jne. Rakennuksen tietomallien sisältö koostuu sen sijaan seinistä, ovista, ikkunoista, pilareista, palkeista ja laatoista, joitain luetellakseni. Menetelmästä riippumatta (kuva 5.1) ihminen tulkitsee tietokoneella tuotetut kuvat samalla tavalla, syntyy siinä miten tietokone jäsentää tiedon.

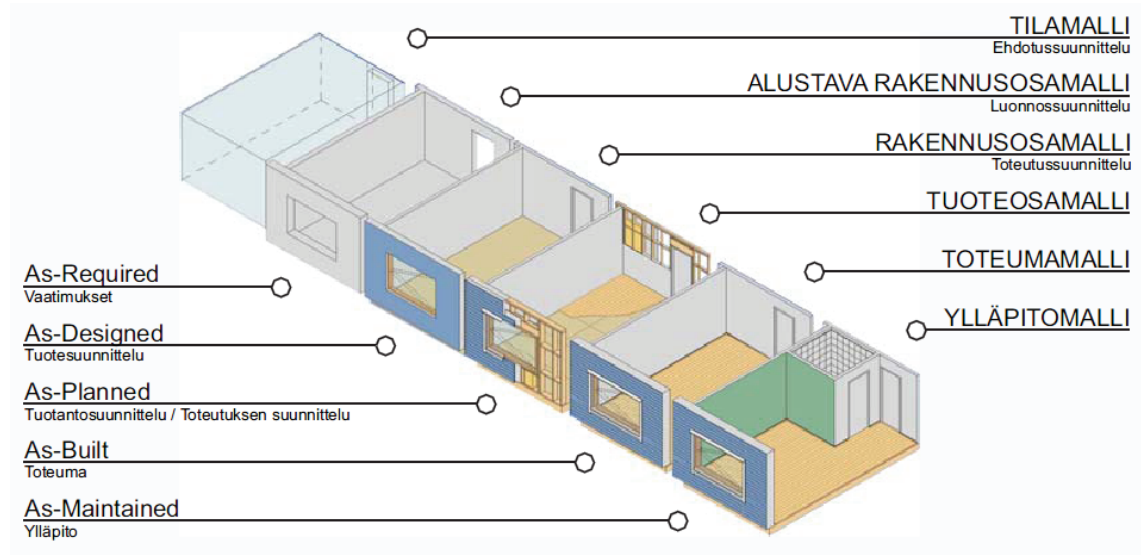
	Menetelmä	Ihmisen tulkinta	Tietokoneen tulkinta
	Piirtäminen (skannattu)	Ovi	Kuvapisteitä
	Piirustuksen tietomalli	Ovi	Viivoja / kaaria
	Geometrian tietomalli	Ovi	Pintoja / kappaleita
	Rakennuksen tietomalli	Ovi	Ovi

Kuva 5.1 Ihmisen ja tietokoneen erot tiedon tulkitsemisessä (Hietanen 2005).

Hietasen (2005) mukaan rakennusalaalla paljon käytössä oleva sana *tuotemalli* on lainattu muilta teollisuuden aloilta, eikä kuvaa kovin hyvin rakentamiseen liittyviä malleja. Yleisesti onkin ryhdytty puhumaan *rakennuksen tietomallista* (BIM, building information model) ja rakennuksen tiedon mallintamisesta. Tuotemallia voidaan pitää kenties yhtenä tietomallin erikoistapauksena: tuotteen tietomallina.

Rakennuksen tietomallin sisältämästä datasta voidaan tuottaa lukemattomia määriä eri näkymiä ilman erillistä suunnittelua, koska datalla ei ole mitään omaa esitystapaa. Mallin sisältämän tiedon tarkkuudesta riippuen siitä voidaan muodostaa erilaisia raportteja tai sen avulla voidaan muun muassa tehdä olosuhdesimulointeja ja laskea rakennuksen energiankulutus. (Hietanen, 2005, s. 31)

Tietomallien käyttö mahdollistaa tietojen siirtämisen nopeasti ja edullisesti hankkeen osapuolten välillä perinteisiin menetelmiin verrattuna. Tavoitteena mallinnushankkeissa onkin se, että rakennuksen suunnitteluratkaisuita ja niiden toimivuutta voidaan analysoida suunnittelun edetessä, eikä suunnittelutieto häviä hankkeen edetessä. Mallinnuksen eteneminen ja vaiheet on esitetty kuvassa 5.2.



Kuva 5.2 Yleisesti tunnetut vaiheet tietomallintamisessa (Penttilä et al. 2006, s. 28).

Kokonaisvaltaisen tietomallintamisen tähtäimenä on rakennuksen koko elinkaaren kattava tietojen hallinta ja mallitiedon mahdollisimman laaja käyttö kaikissa suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon vaiheissa. Tiedon siirtämisen suunnittelusta rakentamisen tarpeisiin tulee olla suunniteltua ja joustavaa. Vastaavasti hankkeen valmistuttua rakentamisen nk. toteumatiedon siirtäminen suunnitelmista ja rakentajan tietojärjestelmistä huoltokirjoihin ja muihin kiinteistön ylläpidon tietojärjestelmiin tulee olla järjestetty. Kaikkien tarpeellisten tietojen säilyttäminen oikeissa tallennusmuodossa sekä tietojen jatkuva suunnitelmallinen ylläpito on osa onnistuneen elinkaarihankkeen edellytyksiä. (Rakennustieto Oy 2010a, s. 3)

Suunnittelun kehittyminen tietomallinnuksen osalta on Vakkilaisen (2009) mukaan ollut hidasta alalle vakiintuneiden käytäntöjen takia. Kehitysvaiheiden rajaaminen tietomallintamisen osalta on mahdotonta, mutta mallintamisen kehitys voidaan karkeasti esittää Taulukko 5.1 mukaisesti.

Taulukko 5.1 Suunnittelun kehittyminen (Vakkilainen 2009, s. 62).

	AIKAISEMPI KÄYTÄNTÖ	NYKYTILA	TULEVAISUUS
Työskentely	Kynä	Tietokone	Tietokone
Tallennus	Paperidokumentti	Tiedosto	Tietomalli
Tiedonsiirto	Paperidokumentti	.dwg, .pln, .doc, .xls, .ymls	Tiedonsiirtostandardi (IFC)
Arkistointi	Arkistokaappi	Projektipankki	Tietomallipalvelin

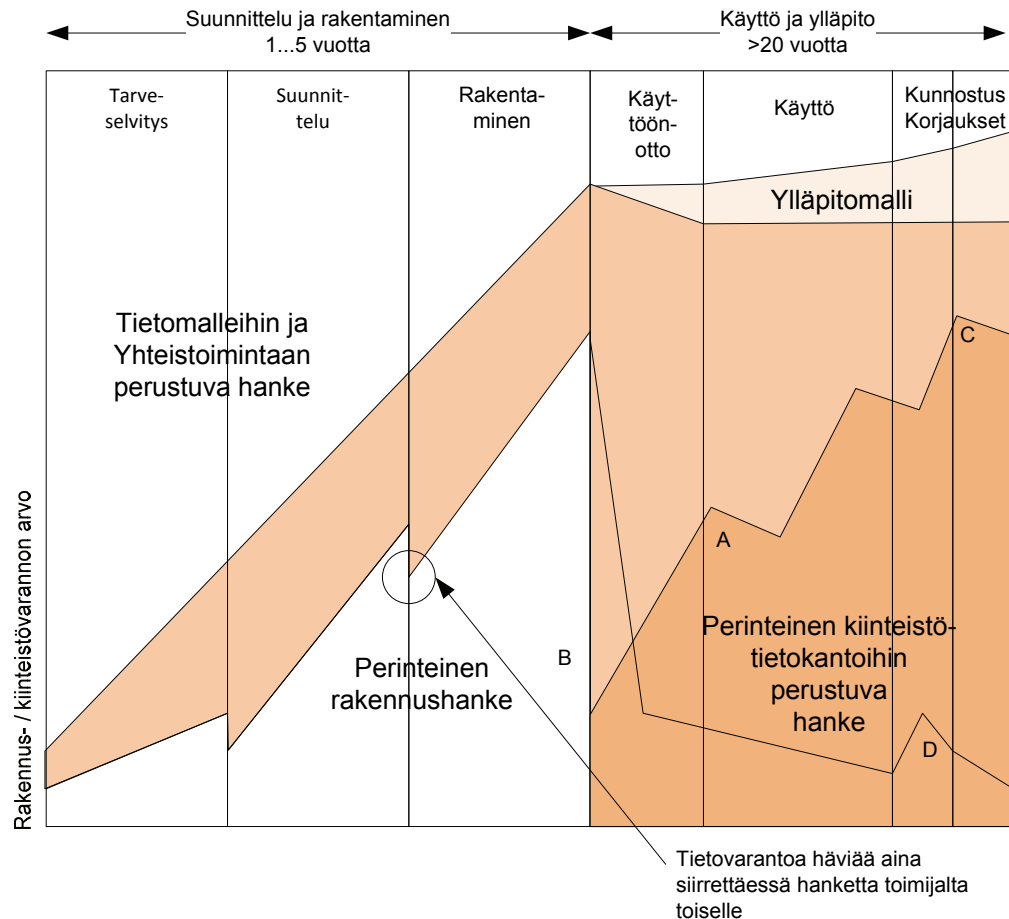
Suunnittelussa käytetään nykyisin usein kaksiulotteisia (2D) suunnitelmia ja niitä tarkentavia kirjallisia selostuksia, joiden avulla urakoitsija pyrkii rakentamaan sellaisen kiinteistön minkä tilaaja, arkkitehti ja konsultit ovat mielessään kuvitelleet. Suunnitelmat voivat kuitenkin aiheuttaa paljon väärinkäsityksiä ja monien mielestä ne ovatkin riittämättömiä erityisesti monimuotoisten rakennusten suunnittelun työkaluina. Kaksiulotteisten ja kirjallisten ohjeiden käyttäminen kolmiulotteisessa maailmassa vaatii tiedon muuntamista useaan kertaan kaksiulotteisesta kolmiulotteiseksi: ensin suunnittelijan mielikuvasta muille suunnittelun osapuolille, jotta he voivat muokata suunnitelmia tavoitteiden mukaiseksi ja edelleen paperisiksi suunnitelmiksi urakoitsijalle, jotta hän voi muodostaa niistä visualisoinnin kautta fyysisen rakennuksen. Tiedon siirtäminen 2D ja 3D:n välillä voi aiheuttaa sen, ettei virheitä huomata ajoissa eikä niiden aiheuttamiin muutoksiin voida enää reagoida tehokkaasti. (Kymmell 2008, s. 7)

Rakennuksen tietomallin käyttö rakennuksen suunnittelussa on työkalu, joka auttaa saavuttamaan asetetut tavoitteet. Tietomalli itsessään ei kuitenkaan saa olla suunnittelijoiden työn päämäärä – se on ainoastaan työkalu. Kymmellin (2008) mukaan mallintamisprosessin mielenkiintoisin ominaisuus on se, että se tekee suunnitteluprosessista läpinäkyvän. Kolmiulotteisesta (3D) mallista voidaan nähdä yhdellä silmäyksellä, mitä on tehty ja mitä on vielä tekemättä millä tahansa suunnittelualueella. Mahdolliset ongelmakohdat tulevat helpommin esille, koska suunnitteluprosessi perustuu suurimmalta osalta 3D-visualisointiin.

5.2 Tiedon tuottaminen

Rakennus-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden lisäksi tietomallinnettavissa hankkeissa suunnittelua saattavat tehdä eri tuotekokonaisuuksien toteutussuunnittelijat. Mallinnettaessa työpanostus siirtyy piirtämis-, tulostus- ja tiedonsiirtorutiineista merkittävimpiin suunnittelun tehtäviin ja sisällön tuottamiseen. Rakennus mallinnetaan yleensä ensin kokonaisvaltaisesti ja piirustukset tuotetaan malleista. (Rakennustieto Oy 2010a, s. 3)

Rakennuksen tietomallintaminen voidaan tehdä eri tavoilla, tarkkuuksilla ja eri tarkoituksiin. Tietomallien sisältö ja mallintamistarkkuus määritetään yleensä hankesuunnitteluvaiheessa (Rakennustieto Oy 2010c, s. 1). Tavoitteena on kuitenkin tähdätä tietomalliin joka kattaa rakennuksen koko elinkaaren. Kymmellin (2008, s. 65) mukaan tarvittava mallinnustarkkuus, mikä vaikuttaa mallintamisprosessin onnistumiseen tilaajan näkökulmasta, riippuu mallin käyttötarkoituksesta ja mallin katsojan ymmärryksen tasosta. Jotta tietomallia voidaan käyttää suunnitellulla tavalla, sisältöä ja tarkkuutta määritettäessä on tärkeää huomioida tietomallin lisäksi siihen liitetty ulkopuolinen informaatio. Mallintamisohjeita laadittaessa objektien ja tiedon luonne, sekä niiden välinen yhteys täytyy suunnitella ja testata tarkoin. (Kymmell 2008, s. 65)



Kaavion viivojen kulma kuvaa sitä panostusta, jolla eri hankevaiheessa tuotetaan ja ylläpidetään tietoa.

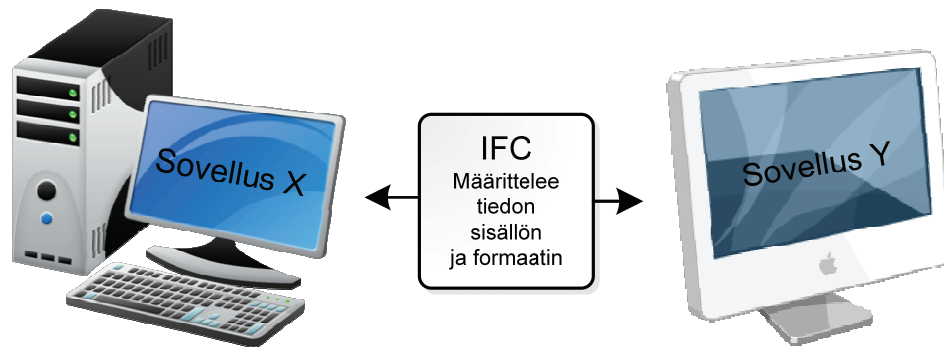
- A Kiinteistötietokannan rakentaminen
- B Kiinteistönhallinnan kytkeminen käyttäjän omiin toiminnan tukipalveluihin
- C Kiinteistötietokannan ylläpitäminen
- D Piirustusdokumenttien päivittäminen korjausten ja kunnostusten yhteydessä

Kuva 5.3 Tiedon muodostuminen rakennushankkeen aikana (Muokattu lähteestä RT 10-0992, s. 2).

Rakentamisen aikana on kyettävä tuottamaan rakennuksen tietomalli, joka voidaan siirtää ylläpito-organisaatiolle sellaisenaan (kuva 5.3) Rakennuksen luovutusvaiheessa ei siis pitäisi enää lisätä rakentamiseen liittyvää informaatiota alkuperäisessä muodossa oleviin tietomalleihin. Ajantasamallien luomisen edellytyksenä on se, että rakentamisen aikaiset muutossuunnitelmat tuotetaan mallintamalla ennen muutoksen tekemistä. Tämä varmistaa sen, että mallit ovat aina ajan tasalla, eikä päivitystä tehdä ns. punakynämallien avulla. Menettely vaatii kuitenkin suunnitteluorganisaatiolta hyvää mallintamistaitoa, jotta muutosten suunnittelu ei vaikuta hankkeen läpivientiin. Toisin sanoen mallintamisen harjoitteluun ei jää aikaa, vaan taidot tulee olla olemassa jo etukäteen.

5.2.1 IFC

IFC on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi joka on kehitetty rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen siirtoon ja yhteiskäyttöön. Sen kehittämistä vastaa nykyisin buildingSMART International, joka tunnettiin aiemmin International Alliance for Interoperabilityna (IAI). Sen tarkoituksena on edistää eri osapuolten yhteistyötä mahdollistamalla hankkeen tietojen jakamisen eri suunnittelualojen ja sovellusten kesken. (buildingSMART 2011a)



Kuva 5.4 IFC tiedonsiirto (muokattu lähteestä: Eastman 2006).

IFC määrittelee yksittäisistä sovelluksista riippumattoman tavan tuotetietojen siirtämiseen eri sovellusten välillä (kuva 5.4). Periaatteena on, että tietoa tuottava sovellus esikäsittelee tiedot sisäisestä muodosta IFC-muotoon ja vastaanottava sovellus käsittelee tiedot edelleen omaan sisäiseen muotoon. Toiminnan edellytyksenä on siis se, että tietokonesovellukset toteuttavat IFC:hen perustuvat tietosiirron rajapinnat.

Yhteisen tiedonsiirtostandardin tavoitteena on tarjota kattava kuvaus rakentamisen ja kiinteistönpidon tiedoista rakennuksen koko elinkaaren ajalle. Rajausta on kuitenkin laaja, eikä IFC vielä toistaiseksi kata kaikkea suunnittelun sisältämää tietoa. Tiedonsiirrossa on myös ilmennyt ongelmia, koska IFC:n eri versiot eivät ole yhteensopivia, mistä seuraa edelleen se, etteivät IFC:n eri versioita tukevat sovellukset ole keskenään yhteensopivia.

Tähän mennessä toteutettuja IFC-tiedonsiirron käyttötapauksia ovat esimerkiksi tiedonsiirto

- arkkitehdin tietomallista rakennemalliin
- arkkitehdin tietomallista talotekniikkamalliin
- rakennesuunnittelun tietomallista talotekniikan tietomalliin
- arkkitehdin tietomallista energia analysointi ohjelmaan
- arkkitehdin tietomallista turvallisuus analysointiin
- arkkitehdin tietomallista määrä- ja kustannuslaskentaan
- arkkitehdin tietomallista tilaohjelman varmentamiseen
- rakennesuunnittelijan tietomallista rakenneanalyysiin

- suunnittelusta rakennussäädösten mukaisuuden tarkistukseen.

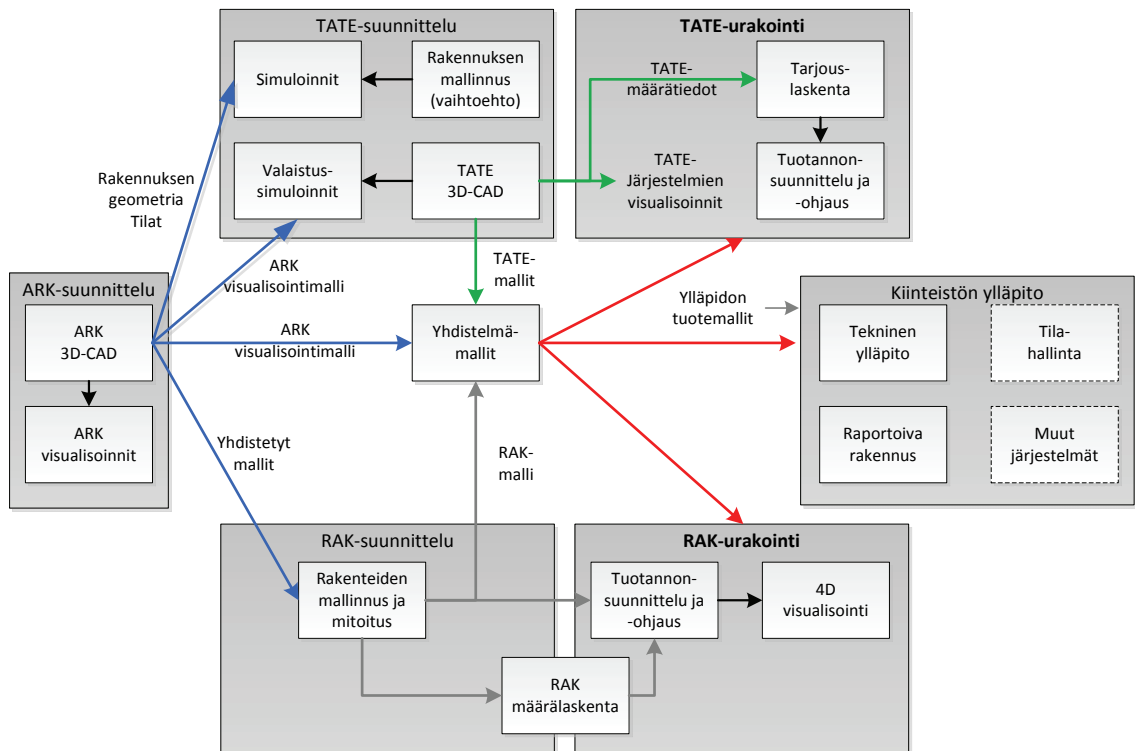
Osa IFC:n käytössä ilmenneistä ongelmista on seurausta siitä, että standardi on kehitetty samaan aikaan tietomallinnusohjelmien kanssa, eikä ohjelmien kehittäjillä ole näin ollen ollut yhteistä alustaa, jolle tiedonsiirto olisi voitu rakentaa. Toisaalta rakennusteollisuudessa vallitsee edelleen erimielisyyttä IFC:n käytöstä. Tämä on seurausta pääasiassa yritysten välisestä kilpailusta, huonoista käyttöliittymistä ja siitä ettei IFC:n käytön positiivisia vaikutuksia täysin ymmärretä. (Kiviniemi et al. 2008, s. 53-55)

BuildingSMART on laajentanut ja tarkentanut IFC:n avulla tapahtuvaa tiedonsiirtoa kehittämällä edelleen standardeja jotka täydentävät sitä. IFD (International Framework for Dictionaries) mahdollistaa kommunikaation suunnittelijoiden tietomallin ja esimerkiksi tuotevalmistajien tuotetietojen välillä. IDM (Information Delivery Manual) ja MVD (Model View Definition) avulla määritetään mitä tietoa eri prosesseissa siirretään (buildingSMART 2011b).

Suunnittelijoiden ei kuitenkaan tarvitse tuntea IFC-standardin teknisiä yksityiskoh-
tia, sillä heidän kannaltaan IFC on vain yksi sovelluksen ominaisuuksista, joka auttaa siirtämään tietoa oikeassa muodossa eri järjestelmien välillä.

5.3 Yhdistelmämallit

Yhdistelmämallissa eri suunnittelualojen tuottamat mallit on yhdistetty. Tämä mahdollistaa muun muassa suunnitteluratkaisujen havainnollistamisen, suunnitelmien yhteensovittamisen, tilantarvevertailut ja toteutusaikataulujen suunnittelun. Yhdistelmämallien käyttö suunnittelun ja tuotannon apuvälineenä on esitetty kuvassa 5.5.



Kuva 5.5 Yhdistelmämalli suunnittelun ja tuotannon apuvälineenä (Hänninen 2007, s. 8).

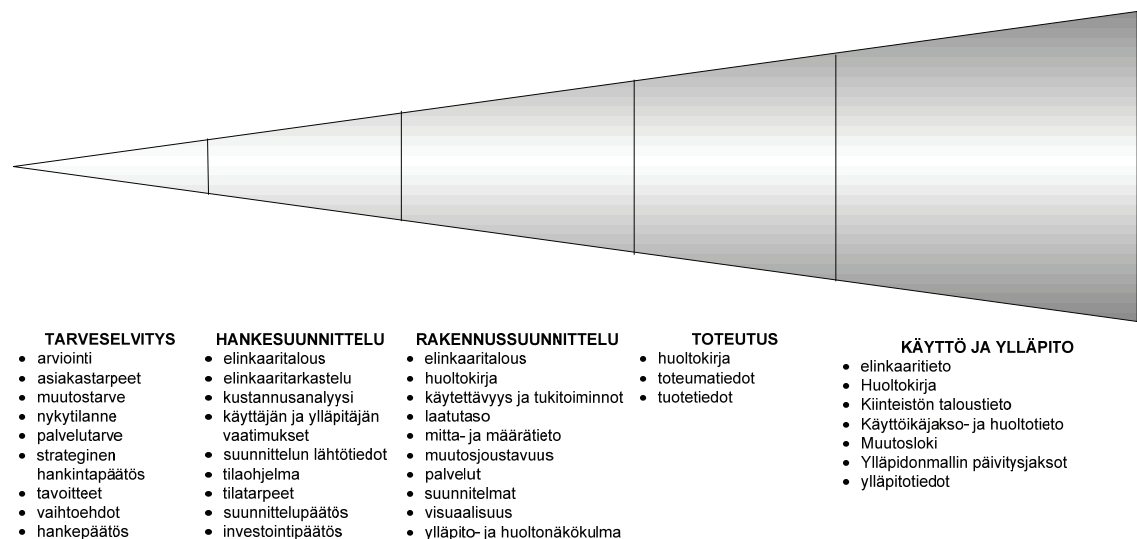
Mallien yhdistämiseen ja tarkastamiseen on tehty erillisiä ohjelmia kuten Solibri Model Checker ja Autodesk Navisworks. Ohjelmat käyttävät yleensä hyödyksi IFC tiedonsiirtostandardia, jolloin menetetään osa alkuperäisen tietomallin sisältämästä älykkyydestä. Joissain tapauksissa mallien yhdistäminen voidaan Laineen (2008) mukaan tehdä suunnittelijoiden mallintamistyökaluissa, jos tarkoituksena on hyödyntää mahdollisimman suuri osa mallien sisältämästä älykkyydestä.

Tietomallien yhdistämiseen ja katseluun voidaan käyttää myös helppokäyttöisiä ja usein ilmaisia selaimia. Tällöin pääosassa on geometria ja tyypillisesti osa muusta tiedosta saattaa jäädä puuttumaan. Esimerkkinä ilmaisesta sovellutuksesta on Tekla BIM-sight, jonka avulla voidaan yhdistää, tarkastella ja kommentoida eri suunnittelualojen tietomalleja.

6 YLLÄPITOMALLI

6.1 Yleistä

Kymmellin (2009, s.76) mukaan ylläpidossa käytettävällä tietomallilla voi olla useita käyttötarkoituksia ja tästä syystä mallille asetetut vaatimukset tulisi määritellä vastaavalla tavalla kuin suunnitteluvaiheessakin. Mallintamalla toteutetuissa hankkeissa on luonnollista että ylläpidossa käytettävä malli peritään suunnittelu ja rakentamisvaiheesta (Kuva 6.1), mikä täytyy huomioida jo suunnittelusopimuksia tehdessä. Siirryttäessä rakentamisesta ylläpitoon täytyy varmistua siitä, että käytössä oleva tietomalli vastaa olemassa olevaa kiinteistöä.



Kuva 6.1 Ylläpidon tarvitseman tiedon kumuloituminen läpi rakennuksen elinkaaren (Palos 2010, s. 29).

Kiinteistön ylläpidossa tietomallia voidaan käyttää täydentämään muita sähköisiä kiinteistönhallintajärjestelmiä. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua vaikeiden käyttöliittymien lisäksi tiedon oikean sijainnin määrittäminen ja paikkansapitävyyden varmistaminen. Optimaalinen tilanne olisi se, että malli on integroitu muihin järjestelmiin. Tällöin voidaan välttää saman tiedon esiintyminen kahdessa paikkaa ja varmistaa mallin aktiivinen käyttö koko kiinteistön elinkaaren ajan. Mikäli tietomallia käytetään erillisenä järjestelmänä, on vaarana, ettei sitä päivitetä yhdessä muun järjestelmän kanssa ja se menettää merkityksensä. Jos kiinteistössä tapahtuu paljon pieniä muutoksia, joita ei päi-

vitetä ylläpitomalliin, voi mallin käyttöönotto suurempien muutoksien yhteydessä tulla liian työlääksi ja jäädä näin tekemättä.

Esimerkiksi kiinteistössä tietoa tuottavien valvontajärjestelmien käyttöliittymässä tulee olla mahdollisuus muodostaa yhteyksiä erilaisten ylläpitoa ja kunnossapitoa tukevien tietojärjestelmien tietokantoihin ja dokumentteihin. Näitä linkkejä voidaan käyttää muun muassa ongelmatilanteiden selvittämiseen ja yksittäisten laitteiden paikantamiseen. (Piikkilä 2008, s. 30)

6.2 Kiinteistön ylläpidon tietotarpeet

Tietojärjestelmien suunnittelun vaiheet ovat periaatteessa samanlaiset järjestelmästä riippumatta. Elinkaaren vaiheet ovat konsepti, tarpeiden tunnistus, vaatimusten määrittely, suunnittelu ja toteutus. Vaatimusten määrittely -vaiheessa tunnistetaan tavoitteet, tarpeet ja odotukset kehitettävänä olevalle tietojärjestelmälle; vaiheessa pyritään esittämään ne järjestetyssä muodossa esimerkiksi eri käyttäjien tai roolien mukaan luokiteltuna. Vaatimusmäärittelyn tarkoituksen on esittää, mitä kehitettävältä systeemiltä vaaditaan mutta ei vielä sitä, miten se toteutetaan. (Kettunen & Simons 2001, s. 124)

Osa vaatimuksista voi olla ”ehdottomia” ja osa ”toivottavia”, ja vaatimusten toteuttaminen onkin yleensä jonkinlainen kompromissi. Vaatimusten karsinnassa voidaan käyttää hyväksi tarkastelua toteuttamisen vaatimista kustannuksista. (Kettunen & Simons 2001, s. 125)

Ylläpidon käyttämä tieto voidaan Justanderin ja Puhdon (2003) mukaan jakaa karkeasti käytön mukaan aktiiviseen ja passiiviseen tietoon. Aktiivisinta tietoa ovat esimerkiksi paikantamispöytäkirjat, LVIS – järjestelmien tiedot, hoito- ja huoltopäiväkirja ja vikailmoitukset. Passiivisinta tietoa ovat tilojen pintamateriaalitiedot, rakenteiden tiedot, kiinteistönhoidon tarjouspyyntömateriaali ja huoneiston käyttöohjeet. Toisaalta kiinteistöstä saatava tieto voidaan Piikkilän (2008) mukaan jakaa dynaamiseen ja staattiseen tietoon. Dynaamisella tiedolla tarkoitetaan esimerkiksi kiinteistössä olevista antureista saatavaa mittaustietoa, sekä hälytys- ja vikailmoituksia, joita kiinteistönhuollon pitäisi pystyä seuraamaan tarvittaessa reaaliaikaisesti. Staattinen tieto käsittää järjestelmän ulkopuolelle tallennetut tiedot, esimerkiksi huoltokirja, minkä täytyy olla ajantasaista sen noutohetkellä.

Tehdyt haastattelut korreloivat hyvin aiemmin tehtyjen tutkimuksien kanssa, sillä haastatteluiden perusteella oleellisin tiedot ylläpitojärjestelmän sisältämät tiedot kiinteistöhuollon kannalta ovat päivittäiseen kiinteistöhuoltoon liittyviä, kuten

- Tilatiedot
- Laitetiedot riittävällä tarkkuustasolla
- Teknisten järjestelmien vaikutusaluekartat
- Paikannuspöytäkirjat / järjestelmien paikannuskaaviot
- Konekortit / toimintakaaviot järjestelmittäin
- Järjestelmäkuvaukset.

Näiden lisäksi mallin tulisi sisältää mahdollisuuksien mukaan muiden kiinteistönhoitoon liittyvien palveluiden kilpailuttamiseen käytettävää tietoa siitä, mikä haastatteluiden perusteella oli usein puutteellista tai vaikeasti saatavissa. Kilpailuttamisen tarvitsemat tiedot on esitetty aikaisemmin Taulukko 4.2. Kuopion hankkeissa huoltokirjaan liitettävien paikantamispäirustusten sisältö on kuvattu taulukossa 6.1.

Taulukko 6.1 Paikantamispäirustuksissa esitettävät asiat Martti Ahtisaaren koululla (muokattu lähteestä: Savolainen 2010).

Suunnittelualue	Paikannuspäirustus	Vaikutusaluepäirustus	Järjestelmäkaaviot
ARK	<ul style="list-style-type: none"> • asemapäirustus • palo-ovet ja palo-osastojen rajat • väestönsuojat • hoidettavat ulkoalueet (tarvittaessa määrätietoisuuden) ja lumenläjitysalueet 		
RAK	<ul style="list-style-type: none"> • ulkovaippojen, väliseinien ja alapohjien rakennetyypit, kantavuus ja liikuntasaumamat • muut säännöllisiä tarkastuksia ja kunnossapitoa vaativat, sekä viranomais tarkastuksien piiriin kuuluvat kohteet, kuten läpiviennit, yläpohjavarusteet ja julkisivun täydennysosat 		<ul style="list-style-type: none"> • Kuvaus kohteen rakennejärjestelmistä ja niiden toiminnasta
LVI	<ul style="list-style-type: none"> • lämmönjakokeskus • lämpömittari, lämmityksen pääsulku • päävesimittari, päävesisulku • pumppaamot • erotinkaivot • ulkopuoliset • viemärikaivot • ilmanvaihtokoneet • ja erillispuhaltimet • vesikaton • tekniset laitteet ja huolto- luukut • jäähdytyskoneet • paineilmajärjestelmän • kompressorit, kuivaimet ja säiliöt • sprinklerikeskukset ja varavesisäiliö • muut hoitoa vaativat ja viranomaisomaistarkastuksien piiriin kuuluvat kohteet 	<ul style="list-style-type: none"> • ilmanvaihtokojeiden ja jäähdytysjärjestelmien vaikutusalueet • sprinklerijärjestelmän suojelualuepäirustus 	<ul style="list-style-type: none"> • ilmanvaihdon periaatekaavio • lämmitysjärjestelmän kytkentäkaaviot • lämmön talteenottojärjestelmän kytkentäkaaviot • käyttövesijärjestelmän kytkentäkaaviot • periaatekuvat (pumppaamot, erotinkaivot jne.) • savunpoistokaavio • paineilmajärjestelmäkaavio
RAU			<ul style="list-style-type: none"> • automaation säätö- ja toiminta-kaaviot selostuksineen • periaatekuvat (LTO, pumppaamot, erotinkaivot jne.) • valvontajärjestelmän toiminta/periaatekaavio
S	<ul style="list-style-type: none"> • sähköpääkeskukset ja – kytkimet • muuntamo • atk- / palvelin laitetilat 	<ul style="list-style-type: none"> • sähkökeskusten vaikutusalueet • valaistuksen vaikutus-alueet 	<ul style="list-style-type: none"> • pääjohtokaavio • paloilmotinkaavio • turva- ja merkkivalaistuskaavio • telejärjestelmäkaaviot, ei turva-

	<ul style="list-style-type: none"> • telejärjestelmien keskuslaitteet • sähkön mittaus • hissien keskukset • UPS-keskukset • varavoima • saattolämmitykset ja sulatuslaitteistot • turva- ja merkkivalokeskukset • savunpoisto- ja paloilmointikeskukset • valvonnan alakeskukset ja LON-keskukset • valaistuksen ohjauskeskukset • julkisivu- ja ulkovalaistus • nosto- ja muut sähkökäyttöiset ovet • palokuntakaapeli • muut hoitoa vaativat ja viranomaistarkastuksien piiriin kuuluvat laitteet 		järjestelmiä
--	--	--	--------------

Tällä hetkellä ylläpitomallilla voidaan täydentää muita ylläpito- ja kiinteistöautomaatiojärjestelmiä. Järjestelmien välisen linkin puuttuessa, tietomalli toimii staattisen tiedon varastona ja sitä voidaan käyttää tiedon hakemiseen (data mining) ja visualisointiin. Jotta ylläpitomalli vastaisi kiinteistönhuollon tarpeita, sen täytyy sisältää vähintään paikannuspiirustuksissa vaadittavat tiedot ja yksilölliset tunnistetiedot joiden avulla laitetiedot voidaan yhdistää huoltokirjaan. Tällöin huoltokirjaan ei tarvitsisi välttämättä tehdä erillisiä 2D -tulosteita, vaan paikantaminen voidaan tehdä tietomallin kautta.

6.3 Tiedon sijainti

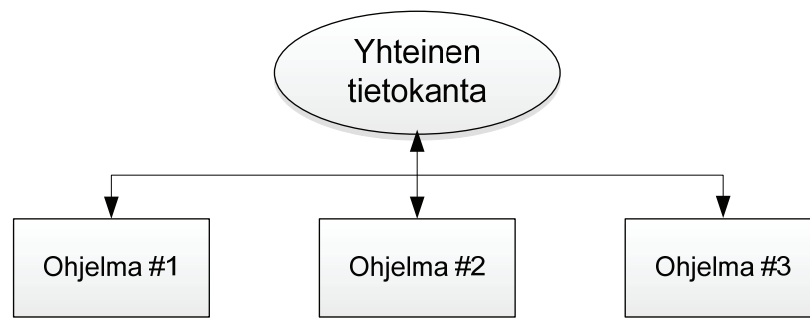
Tietomallin päivitettävyyden kannalta aktiivisimmin käytetyn tiedon tulisi sijaita erillisessä tietokannassa, kuten sähköisessä huoltokirjassa, josta sitä voidaan hakea tarvittaessa. Kuopion elinkaarihankkeiden tapauksessa historiatietoa kerätään esimerkiksi käytössä olevaan Ryhti-huoltokirjajärjestelmään. Jos aktiivisesti käytössä olevaa tietoa tallennetaan käytössä olevaan yhdistelmämalliin, saattaa se muodostua ongelmaksi mallin päivityksen yhteydessä, koska tällöin myös päivityshetkeen mennessä kerätyt historiatiedot pitäisi siirtää päivitettyihin objekteihin. Toisaalta tiedon määrän kasvattaminen mallissa tekee siitä raskaamman ja vaikuttaa näin mallin käytettävyyteen.

Myös tietojen päivitettävyyden kannalta on järkevää, ettei kiinteistön ylläpitoon liittyvää tietoa varastoida yhdistelmämalliin. Mallin tulee sisältää vain tarpeelliset tiedot rakenteista ja osista, joiden avulla ne voidaan yhdistää sähköiseen huoltokirjaan tai muuhun kiinteistönhallintajärjestelmään. Tällä hetkellä käytössä olevat ohjelmistot eivät mahdollista kaksisuuntaista tiedonsiirtoa mallin ja huoltokirjan välillä, mikä rajoittaa mallin käyttöä huomattavasti.

Elinkaarihankkeiden hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että kiinteistöhoito ja ylläpito-organisaatio osallistuvat suunnittelun alkuvaiheeseen määritellesään hankkeen elinkaarikustannuksia. Näin heillä on ainakin teoreettinen mahdollisuus vaikuttaa suunnittelussa käytettyjen mallien sisältöön ja suunnittelun yhteydessä käytettyyn nimikkeistöön.

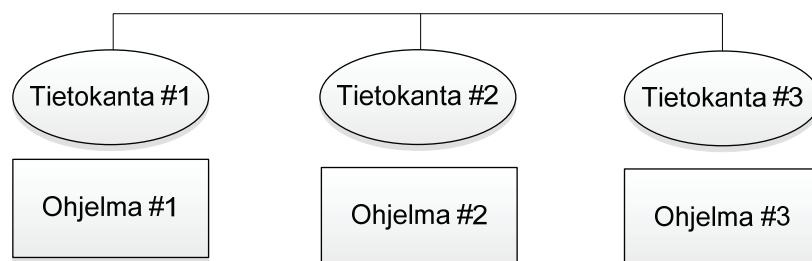
Nykyisissä yhdistelmämallityökaluissa on mahdollista tehdä hyperlinkkejä objekteista esimerkiksi verkkosivuille tai huoltokirjaan. Linkkiä voidaan käyttää tarkemman tiedon liittämiseen ylläpitomalliin. Objekteihin tai tiloihin liittyvien hyperlinkkien tekeminen, ilman automaattisia järjestelmiä, on kuitenkin työlästä. Mikäli sähköisessä huoltokirjassa on hyvät hakutoiminnot, voidaan tietoa hakea sieltä tarvittaessa objektien ja tilojen yksilöivien tunnusten avulla.

Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovation teki tutkimuksen yhteistyössä Australian valtion kanssa tietomallien käytöstä Sidneyn oopperatalon (SOH) ylläpitotoimintojen tukena. Tutkimuksen mukaan tietomallit (BIM) mahdollistavat kiinteistön, kiinteistöhuollon ja -hallinnan tietojen tallentamisen ja noutamisen yhdestä paikasta. Tutkimuksen yhteydessä esitettiin myös periaatteita tietojen käytöstä ja sijainnista.



Kuva 6.2 Integroitu tietojärjestelmä (CRC Construction innovation 2007a, s. 16).

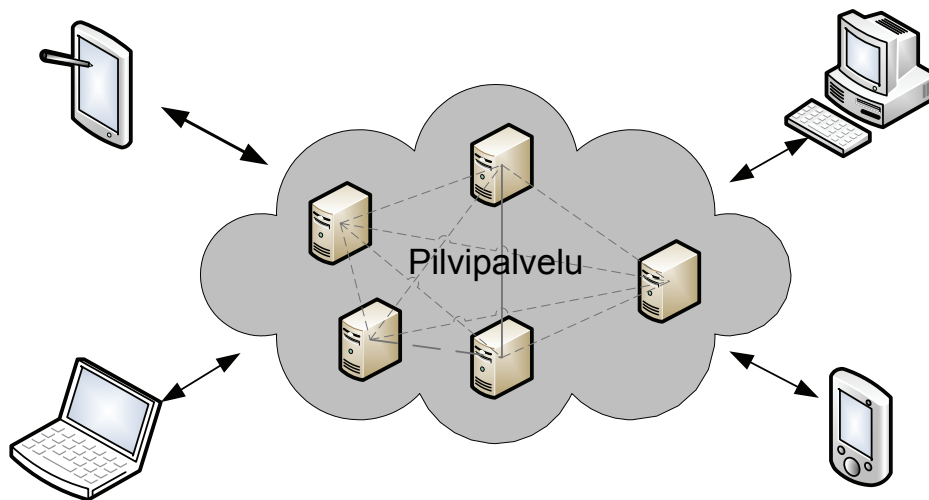
Tiedonsiirron kannalta järkevin tapa olisi käyttää keskitettyä järjestelmää (Kuva 6.2), missä kaikki ylläpitoon liittyvä tieto on varastoitu yhteen tietokantaan. Näin voidaan välttää tiedon tallentaminen useampaan paikkaan ja varmistaa sen ajantasaisuus. Sidneyn oopperatalon tapauksessa on esitetty, että laajentamalla IFC:tä tällainen malli voitaisiin saavuttaa. Toisaalta heterogeeninen järjestelmä missä on IFC malli ja linkkejä SQL-tietokantaan voisi olla toteuttamiskelpoinen (CRC Construction innovation 2007a, s. 16)



Kuva 6.3 Hajautettu järjestelmä (CRC Construction innovation 2007a, s. 16).

Hajautettu järjestelmä (Kuva 6.3) koostuu useasta eri ohjelmistosta, joilla kullakin on oma tietokantansa ja tallennusmekanismi. Tietojen päällekkäisyyttä voi esiintyä, mikä tarkoittaa sitä, että sama tieto on tallennettu useaan eri kohteeseen. Mikäli tiedot halutaan pitää ajantasaisena, täytyy tiedonsiirron eri järjestelmien välillä olla saumaton. Nykyisin on olemassa tiedonsiirtostandardeja, jotka mahdollistavat tällaisen järjestelmän tekemisen. Yksinkertaisin käyttöliittymä voisi perustua jokaisen elementin yksilölliseen tunnuksen. (CRC Construction innovation 2007a, s. 16)

Eräs mahdollisuus on käyttää niin sanottuja pilvipalveluita (cloud computing) ylläpitomallin toteutuksessa. Pilvipalvelussa (kuva 6.4) tiedot sijaitsevat erillisen palveluntuottajan palvelimella, minkä laskentatehoa voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi tietomallien käsittelyssä. Pilvipalvelut on toteutettu siten, ettei loppukäyttäjä ole välttämättä tietoinen, että käyttää hajautettua palvelua. Käyttäjä näkee ja kokee vain tuotteen käyttöliittymän, kun tavallisissakin sovelluksissa. Pilvipalveluiden periaatteena on että tieto tallennetaan pysyvästi Internetissä sijaitseville palvelimille ja tallennetaan vain tilapäisesti päätelaitteisiin. Näin saadaan poistettua tietomallin koon aiheuttamat ongelmat ja ylläpitomallia voidaan käyttää vaikka älypuhelimien tehdyillä sovellutuksilla. (Rousku, 2009)

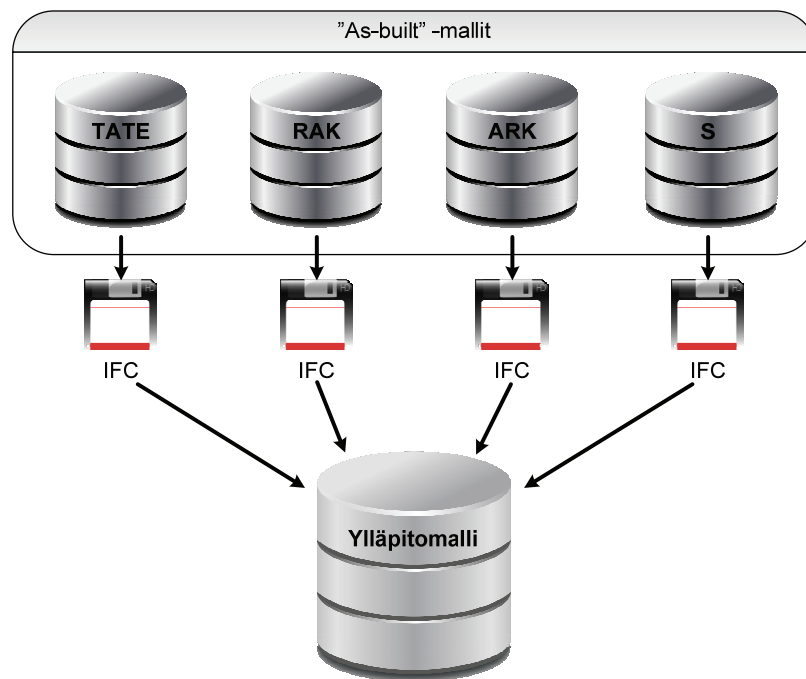


Kuva 6.4 Pilvipalvelu.

Esimerkiksi Kuopion hankkeessa käytössä oleva Ryhti4 –huoltokirja toteutetaan SaaS (Service as a Software) periaatteella, mikä on eräs pilvipalveluiden toteutusmuoto. Tällöin huoltokirja sijaitsee palveluntuottajan ylläpitämässä web-hotellissa ja huoltokirjaa voidaan käyttää Internet-selaimen välityksellä (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2011).

6.4 Mistä malleista tieto tuotetaan

Rakentamisprosessin tuloksena pitäisi syntyä eri suunnittelualojen ajantasaiset mallit, jotka voidaan siirtää sellaisenaan kiinteistön ylläpitovaiheeseen. Ylläpidossa käytettävän mallin tulee kuitenkin sisältää tietoa useilta eri suunnittelualoilta, jolloin tietojen sijainnin ja käytettävyyden kannalta on järkevää yhdistää tiedot luomalla yksi yhdistetty tietomalli (kuva 6.5).



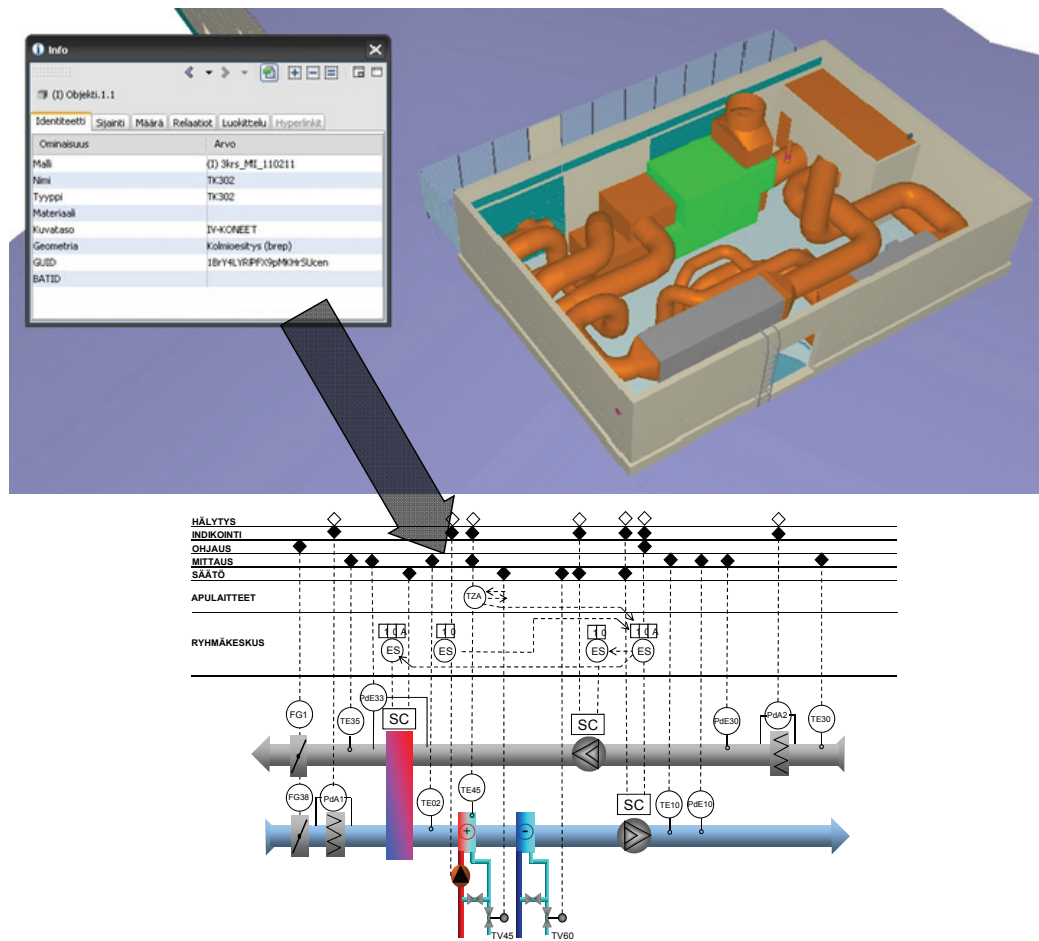
Kuva 6.5 Ylläpitomalli on "as-built" -mallien yhdistelmä.

Vaikka ylläpidon prosesseissa käytetään tiedonlähteenä alkuperäisistä malleista luotua yhdistelmämallia, täytyy päivittämisen tapahtua alkuperäisiin malleihin joista luodaan edelleen yhdistelmämalli. Historiatietojen säilyttämisen kannalta on tärkeää, että alkuperäisistä malleista luodaan avoimessa muodossa olevat tiedostot, jotka tallennetaan mahdollista myöhempää käyttöä varten.

Yhdistelmämallia luotaessa ei ole tarkoituksenmukaista pyrkiä tuomaan kaikkea suunnittelun ja rakentamisen tuottamaa tietoa ylläpitomalliin, vaan tiedon määrä pitää karsia sellaiselle tasolle että se täyttää ylläpidon asettamat vaatimukset ja malli pysyy riittävän kevyenä. Toisaalta täytyy huomioida, ettei IFC pysty välttämättä siirtämään kaikkea suunnitteluohjelmien tuottamaa tietoa, eikä tämänhetkinen suunnitteluprosessi tuota kaikkea ylläpidon tarvitsemaa tietoa.

Esimerkiksi talotekniikan suunnittelumalli ei sisällä kaikkia huoltokirjaan vaadittuja tietoja, vaikka niiden siirto talotekniikkamallista yhdistelmämalliin olisi mahdollista IFC:n avulla. Talotekniikan tietomallissa tuloilmakoneet esitetään yhtenä objektina,

vaikka ne todellisuudessa sisältävät useita huollettavia komponentteja, kuten pumppuja ja venttiileitä.



Kuva 6.6 Tietomallia täydennetään ilmanvaihtokoneen toimintakaaviolla.

Ilmastointikoneen komponentit esitetään yleisesti erillisessä toimintakaaviossa, joka on liitettyä huoltokirjaan (ks. kuva 6.7). Haastatteluiden perusteella tämä on kuitenkin riittävä tarkkuus esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden osalta. Järjestelmän käytettävyys parantuisi kuitenkin huomattavasti, mikäli toimintakaaviot sisältäisivät ”älyä” eivätkä olisi pelkkiä kaksikulotteisia piirustuksia kuten nykyään. Tällöin toimintakaavion kautta olisi mahdollista siirtyä ilmanvaihtokoneen eri komponenttien, kuten pumppujen, yksityiskohtaisiin tietoihin.

6.4.1 Tiedon paikkansapitävyys

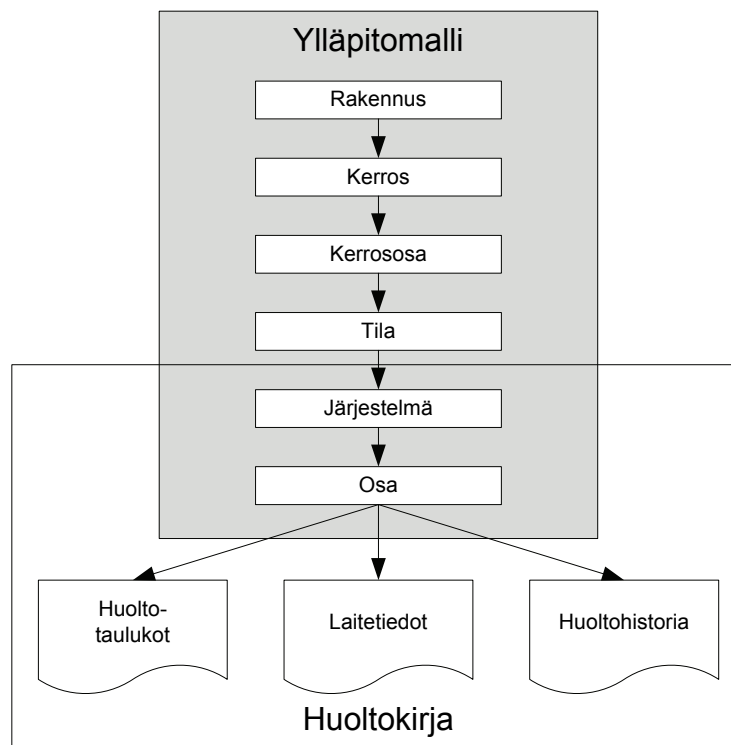
Ylläpidon tietomallia käyttöönotettaessa olisi syytä tarkistaa tietojen paikkansapitävyys pistokoeluontoisesti. Tämä voidaan tehdä vertaamalla mallista saatavaa tilaluetteloa huoltokirjaan ja vertaamalla LVI-tekniikan järjestelmien laiteluetteloihin huoltotaulukoihin ja konekortteihin. Näin voidaan varmistaa, ettei ylläpidon mallissa ja huoltokirjassa

ole ristiriitoja. Yhdistelmämallin sisältö voidaan tarkastaa vastaavilla säännöstoilla kuin rakentamisvaiheessa.

Toteumamalliin päivitetään toteutusvaiheessa sovitut suunnitelmamuutokset. Malliin päivitetään käytetyt komponentit ja niiden ominaisuustiedot, sillä tasolla kuin se on LVI-mallinnustyökalun osalta mahdollista.

6.5 Ylläpitomallin tietosisältö

Ylläpidon asettamat vaatimukset mallintamiselle tulee huomioida jo suunnittelua valmisteltaessa, kun määritetään tietomallinnusvaatimuksia ja laaditaan tietomallinnusohjetta. Ohjeita laadittaessa tulee huomioida, että mallin ja muiden järjestelmien yhteistoiminnan edellytyksenä on tietojen vastaavuus eri järjestelmissä. Laasonen (2006, s. 5) mukaan ylläpidossa käytettävät tiedot on oltava yksilöitävissä ja kytkettävissä yhtenäiseen tilahierarkiaan (rakennus-kerros-kerrososa-tila)(Kuva 6.7).



Kuva 6.7 Ylläpidon tiedon hierarkia ja mallin tietojen liittyminen huoltokirjaan (vrt. Laasonen 2006)

Tehtyjen haastatteluiden ja muun aineiston (Justander & Puhto 2003; Myyryläinen 2008a) mukaan ylläpitojärjestelmän tulee sisältää esimerkiksi laitteiden tietoa vain tarpeellinen määrä. Tarpeet kuitenkin vaihtelevat käyttäjäryhmästä riippuen, mikä tekee tietosisällön määrittämisestä haasteellista. Tällä hetkellä käytettävissä olevat ohjelmistot asettavat kuitenkin rajoituksia tietomallin käytettävyydelle ja tätä kautta myös niiden sisältämään tietomäärään. Haastatteluiden perusteella eniten käytettyä tietoa esimerkiksi huoltokirjassa on huoltoliikkeen päivittäisessä huoltotoiminnassa tarvitsemat huoltotau-

lukot ja paikantamispöyrustukset. Järjestelmän pitäisi kuitenkin pystyä säilyttämään historiatieto tehdyistä huolloista ja muutoksista. Tästä syystä ylläpitomallin tulisi sisältää ainakin edellä mainittuun käyttöön soveltuvaa informaatiota.

Ylläpidon tietomallia tulisi käyttää alkuvaiheessa yhdessä muiden kiinteistönhallintajärjestelmien kanssa, eikä sen tarvitse sisältää tarkkaa tietoa esimerkiksi LVI-teknisistä laitteista. Ylläpitomallin tietoja karsimalla voidaan ehkäistä tiedon esiintymisen kahdessa paikassa ja ratkaista ainakin osittain tiedon päivitettävyydessä esiintyviä ongelmia. Huoltokirjaan tiedot pitäisi kuitenkin siirtää suoraan alkuperäisistä malleista, jolloin esimerkiksi yksilöivien tila- ja laitetunnusten paikkansapitävyys voidaan varmistaa. Ylläpitomallin ja huoltokirjan yhteiskäyttöä voidaan helpottaa esimerkiksi luomalla hyperlinkkejä mallissa olevan objektin ja huoltokirjan laitetietojen välille (vrt. kuva 6.6). Hyperlinkkien tekeminen ja ylläpitäminen mallissa on kuitenkin työlästä ja lakkaavat toimimasta mikäli kohteena olevan tiedoston sijainti tai nimi muuttuu. Tästä syystä niitä ei tulisi käyttää kuin koekäyttöön testattaessa tietomallien käyttöä ylläpidon työkaluna.

Alkuperäisistä suunnittelumalleista muodostuu rakentamisen aikana niin sanotut as-built mallit, mitkä vastaavat olemassa olevaa rakennusta. As-built malleista tehtävään kiinteistön ylläpidon yhdistelmämalliin tuotavat tiedot on esitetty taulukossa 6.2. Taulukko on laadittu siten, että yhdistelmämalli sisältää ainakin kiinteistön paikantamispöyrustuksista löytyvät komponentit ja kiinteistön rakennejärjestelmät.

Taulukko 6.2 Ylläpitomallin sisältö.

Suunnitteluala	Tiedon tarpeellisuus	Osa
ARK	Pitää olla	Tilat
		Tilaohjelmaan kuuluvat tilat Tilaryhmät Huonetilat Bruttoalat Palo-osastot Kuulut
		Alapohjat
		Alapohjalaatat
		Runko
		Väestönsuojat kantavat seinät Pilarit Palkit Välipohjalaatat Yläpohjalaatat runkoportaat
		Julkisivut
		Ulkoseinät Ovet, ikkunat
		Ulkotasot
		Parvekkeet katokset
		Vesikatot
		Vesikattorakenteet vesikatteet lasikattorakenteet kattoikkunat ja -luukut
		Tilan jako-osat
		väliseinät lasiväliseinät erityisväliseinät väliovet

			erityisovet tilaportaat	
		Alakatot	objekteina	rakenne
	Hyvä olla	Ulkoalueet	maasto tiet viheralueet päälysteet	geometria materiaali
	Kiva olla	Ulkoalueet	varusteet	tyyppi
		Tilat	Huonetilat	pintamateriaalit olosuhteiden tavoit- tearvot
RAK	Pitää olla	Runko	anturat perusmuurit, peruspilarit, ja -palkit	rakenne, tyyppi
		Muut	Salaojat Reikävaraukset	
	Hyvä olla	Runko	teräsrakenteet	materiaali, profiili,
	Kiva olla	Runko	teräsrakenteet Muut perustusrakenteet	pintakäsittelyt
TATE	Pitää olla	Ilmanvaihto / ilmas- tointi	IV-koneet Kanavistot Päätelaitteet Säätöpellit	koneiden tilavuus, kanavien halkaisija, laitteiden tyypit
		Vesi / viemäri	putket kaivot Palopostit	tyyppi
		Lämmitys / jäähdytys	Patterit Putket	tyyppi, halkaisija
	Hyvä olla	Ilmanvaihto / ilmas- tointi	Tarkastusluukut	
		Vesi / viemäri	Vesikalusteet Puhdistusluukut	
		Lämmitys / jäähdytys		
		Palonestojärjestelmät	Sprinkleri palopostit	sprinkleri putkien halkaisija, suutti- met
	Kiva olla	Erikoisjärjestelmät	kaasuputkistot paineilmaverkostot höyryputkistot savunpoistojärjestelmät uimahallilaitteet keskuspölynimuri	
S	Pitää olla	Laitteet	Sähköpääkeskukset, jakokeskukset	tyyppi, koko
		Reitit	Kaapelikourut ja -hyllyt	-
		Sähkötilat	muuntamot jakamot	
	Hyvä olla	Laitteet	Kiinteät valaisimet	
	Kiva olla	Laitteet	Katkaisijat, pistorasiat	

Tietomallin tulee laatia siten, että esimerkiksi LVI-tekniikan sijainti rakennuksessa on suunnitteluohjeissa määriteltyjen toleranssien sisällä kun sitä verrataan ylläpidon tietomalliin. Haastatteluiden mukaan kanavissa oleville säätöpelleille, -venttiileille, tarkastusluukuille yms. voidaan sallia noin puolen metrin sijaintipoikkeama, kuitenkin siten että laitteet sijaitsevat oikeassa tilassa. Tavoitteena kuitenkin on, että rakennetaan suunnitelmien mukaan, eikä päinvastoin.

Yhdistelmämallin lisäksi tietoa voidaan tarvittaessa hakea myös alkuperäisistä tietomalleista. Tästä syystä ei ole tarkoituksenmukaista siirtää kaikkea tietoa ylläpitomalliin, toisaalta IFC asettaa joitain rajoituksia tiedonsiirrolle. Esimerkiksi kiinteistön käytönaikaisten simulointien ja olosuhdeanalyysien tekemiseen ja järjestelmien mitoittamiseen tarvittavat tiedot löytyvät talotekniikkamallista. Ylläpitomallin tulee kuitenkin sisältää rakenneosien ja komponenttien perustiedot, kuten rakennusosien materiaalit, ilmastointikanavien halkaisijat, päätelaitteiden tyypit.

Toistaiseksi ei ole järkevää sisällyttää esimerkiksi huoltoon tai sen ajoitukseen liittyvää informaatiota objektien tietoihin, vaikka se olisikin teknisesti mahdollista. Tämän pitäisi kuitenkin olla tavoitteena, jotta ylläpitomallin käyttömahdollisuuksia voitaisiin lisätä. Esimerkki huoltokirjan ja ylläpitomallin välisen tiedon suhteesta on esitetty taulukossa 6.3.

Taulukko 6.3 Esimerkki ylläpitomallin ja huoltokirjan välisen tiedon suhteesta.

<i>Ylläpitomalli</i>	<i>Huoltokirja</i>
Tilatiedot	Tilaluettelo missä tarkat pintamateriaalit ja värikoodit
LVI-komponentit	Huoltotaulukot, konekortit
Rakennusosat	pintamateriaalit, huolto-ohjeet

Liitteessä 2 on esitetty, mitkä tiedot on tällä hetkellä mahdollista saada yhdistelmämallista ja mikä on tavoite. Tietosisällön määrittämiseen on käytetty KH-kortiston mukaista huoltokirjan sisältöä.

6.6 Ylläpitomallin käyttöönotossa huomioitavat seikat

Tietomallien käyttö kiinteistön ylläpitovaiheessa on toistaiseksi vähäistä ja joillekin haastatteluille henkilöille täysin tuntematonta. Mallin käyttöön liittyvät ongelmat ovatkin haastatteluiden perusteella mallin luotettavuuteen ja ohjelmien käytettävyyteen liittyviä. Tämän lisäksi ongelmana pidettiin myös sitä, että kuten rakennus alalla yleensä, myös kiinteistönhoidossa on usein tapana ”tehdä niin kuin on aina ennenkin tehty”. Tästä syystä uusia järjestelmiä käyttöön otettaessa niiden käyttöä pitää edellyttää ja valvoa tarkemmin. Elinkaarihankkeiden etuna on se, että kiinteistöhoito-organisaatio on mukana hankkeen alusta saakka ja on osa elinkaaripalvelua tuottavaa kokonaisuutta.

Useissa haastatteluissa on tullut esille kiinteistön ylläpidossa käytettävien ohjelmien puutteelliset ominaisuudet tai huono käytettävyys. Tietomalleja käyttöönotettaessa tulisi huomioida, että näitä järjestelmiä käyttää ja päivittää pääasiassa kiinteistöhuollon henkilökunta, joilla ei välttämättä ole niiden käytön vaatimia valmiuksia. Tästä syystä henkilökunta tulisi mahdollisuuksien mukaan valita siten, että heillä on riittävät taidot tietoteknisten järjestelmien käyttöön ja resursseja oppia uusien järjestelmien käyttö. Toisaalta ylläpidonmalli tulisi saada niin kevyeksi, ja sitä käyttävät ohjelmistot niin yksinkertaisiksi, että niitä voidaan käyttää myös heikompitehoisilla tietokoneilla ja kannettavilla laitteilla.

Kiinteistön paikannuspiirustuksia käytetään pääasiassa työn suunnitteluun ja yleensä siinä vaiheessa kun tietty komponentti tai tila täytyy löytää nopeasti. Tästä syystä esimerkiksi käytössä olevaan yhdistelmämalliin tulisi luoda valmiita näkymiä tiedon saatavuuden helpottamiseksi. Varsinkin pienemmissä ja teknisiltä ratkaisuiltaan yksinkertaisissa kiinteistöissä saattaa tiedon hakeminen olla helpompaa perinteisistä 2D piirustuksista, verrattuna kolmiulotteiseen tietomalliin.

Pienissä ja teknisiltä järjestelmiltä yksinkertaisissa kiinteistöissä on myös ongelmana tietomallien käyttöönoton kannalta se, että kiinteistöä hoitava henkilökunta oppii tuntemaan kiinteistön ja laitteiden sijainnit ajan kuluessa, ja näin paikantamispiirustukset menettävät osittain merkityksen. Tämä voi johtaa hiljalleen yhdistelmämallin käytön vähentymiseen ja sitä myötä myös päivityksen unohtumiseen. Toisaalta käytön vähäisyys voi johtaa myös siihen, ettei ohjelmia osata enää käyttää sujuvasti ja se hylätään vaikeaselkoisuuden takia.

Kriittisimpänä tekijänä ylläpitomallissa pidettiin sen luotettavuutta ja paikkansapitävyyttä. Tästä syystä ennen kiinteistön käyttöönottoa syntyvän as-built – mallin, tai ajantasamallin paikkansapitävyyteen täytyy kiinnittää erityistä huomiota.

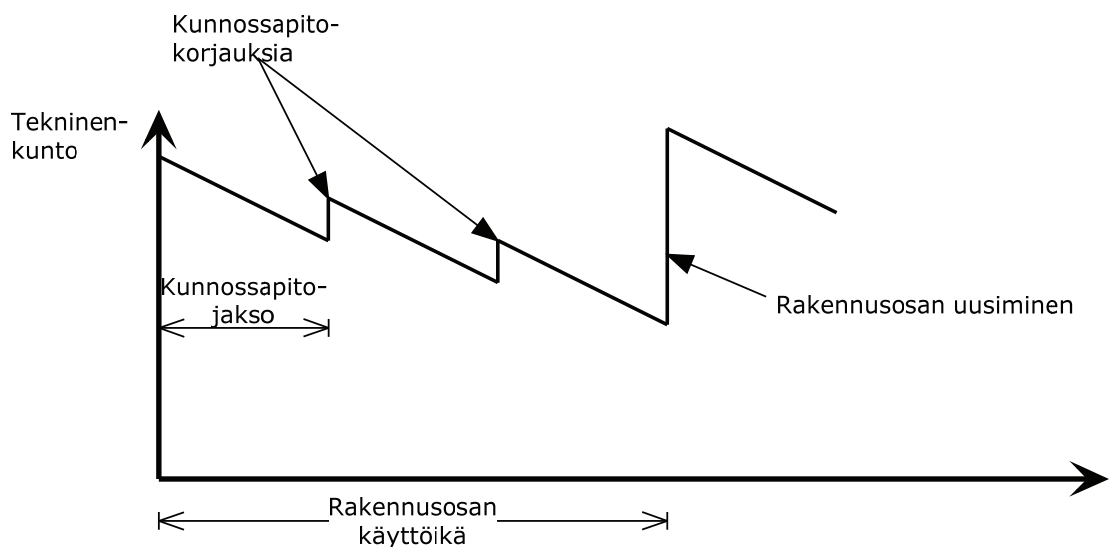
Huoltokirjajärjestelmiä on haastatteluiden perusteella pyritty kehittämään ja integroimaan tietomallien kanssa, mutta asia ei ole kuitenkaan käytännössä edennyt. Tämän lisäksi kiinteistön ylläpito-organisaatioilla saattaa olla käytössä useita eri järjestelmiä, jotka eivät ole keskenään yhteensopivia. Tästä syystä varsinkin elinkaarihankkeissa tulisi pyrkiä löytämään sellainen järjestelmä, joka täyttää kiinteistön ylläpidon asettamat vaatimukset ja käyttää samaa järjestelmää kaikissa ylläpidettävissä kiinteistöissä.

7 YLLÄPITOMALLIN PÄIVITYS KÄYTÖN AIKANA

7.1 Päivitysjaksot

Päivitysprosessin hallinnassa on tärkeää määritellä kaikki tietojen muutoksia aiheuttavat tapahtumat sekä se, kuinka tieto muutoksista saadaan talteen. Muutostietoja ei kyetä aina tallentamaan suoraan ohjelmiin vaan tarvitaan välikäsiä. (Laasonen 2006, s.6)

Ylläpitomalliin vaikuttavia ja muutoksia aiheuttavia tapahtumia ovat kiinteistössä tapahtuvat rakenteelliset ja tekniset muutokset. Nämä muutokset voidaan karkeasti jakaa pieniin, kuten yksittäisten rakennusosan tai teknisen järjestelmän uusiminen, tai suurempiin suunnittelua vaativiin muutoksiin, kuten tilojen uuttaminen väliseiniä siirtämällä tai teknisten järjestelmien lisääminen tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa. Rakennusosan uusiminen voi olla seurausta normaalista käyttöiän täyttymisestä tai aikaisemmasta vikaantumisesta (kuva 7.1). Uusintatarpeen aiheuttajasta riippumatta, muutokset tulee kirjata ja siirtää ylläpitomalliin.



Kuva 7.1 Rakennusosien elinkaari (Myyryläinen 2008a).

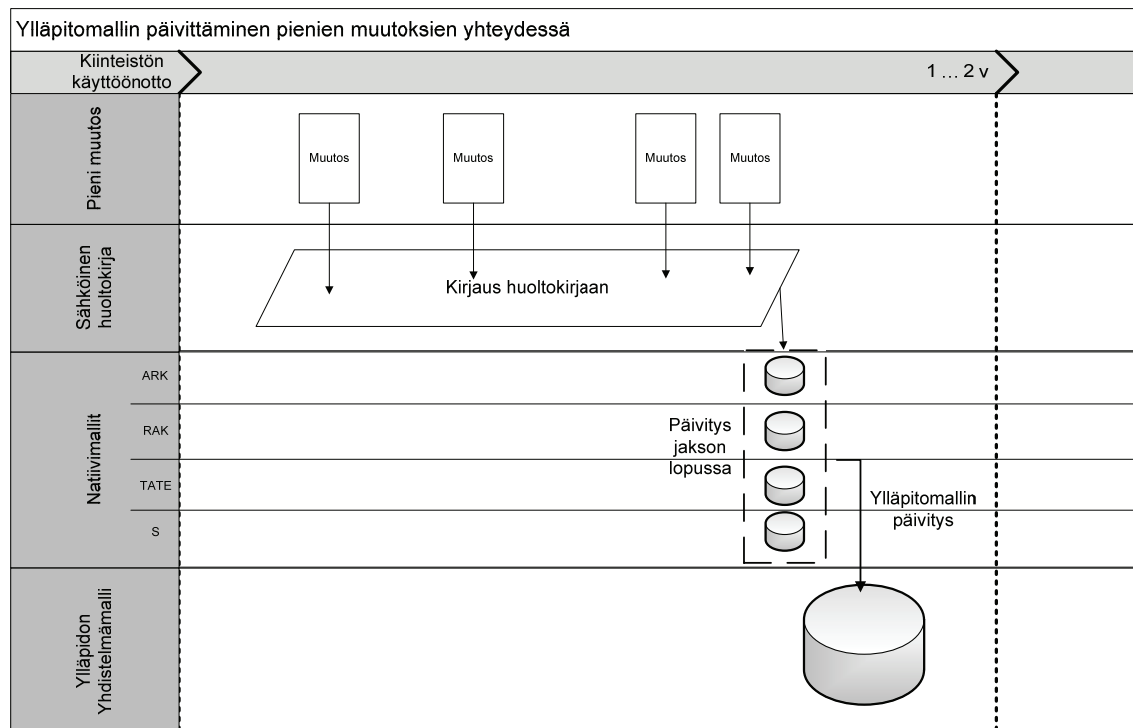
Huoltokirjaa päivittää ja ylläpitää pääasiassa huolto-organisaatio, joten ylläpitomallin päivitys on luonnollisesti saman organisaation vastuulla. Kuopion hankkeissa tilaaja edellyttää kaikkien huoltotoimien tarkkaa dokumentointia ja raportointia yhteistyöryhmän kokouksissa. Huoltotoimet kirjataan huoltokirjaan, joista tehdään koosteraportti yhteistyöryhmään; näin kaikista muutostöistä jää tieto ylläpitojärjestelmään. Tämä hel-

pottaa myös tietomallien pitoa ajan tasalla, koska huoltotöistä jää myös aikaleima ylläpidon järjestelmään, eikä muutosten ajallinen dokumentointi vaadi omaa erillistä järjestelmää.

7.2 Menettelyt

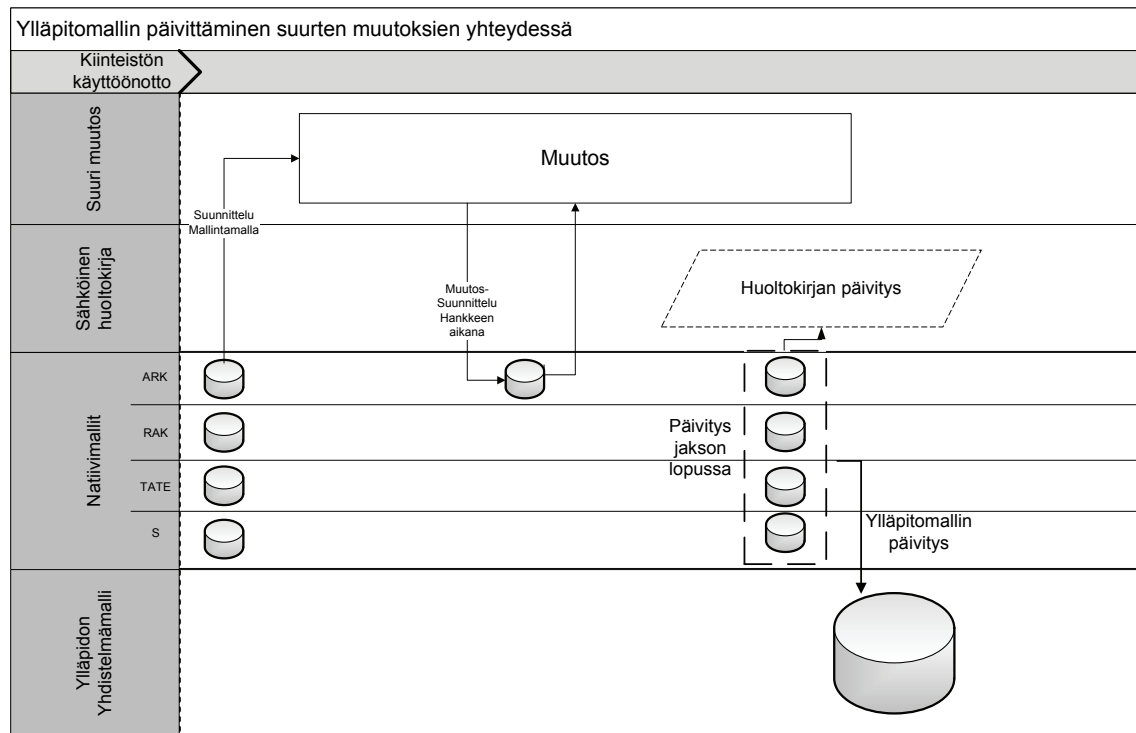
Mallien päivittämisen kannalta on oleellista, että tehdyt muutokset kirjataan ylläpidon järjestelmiin sellaisella tarkkuudella, että ne voidaan myöhemmin siirtää alkuperäisessä muodossa oleviin tietomalleihin. Vaikka ylläpidon tietomallien päivitys tehtäisiin pienten muutoksien osalta harvemmin, tulee pienimmätkin kiinteistössä tapahtuneet muutokset kirjata ylläpitojärjestelmään välittömästi niiden toteuduttua. Mikäli näin ei menettellä, on vaarana, ettei muutoksia dokumentoida ja malli ei enää jonkin ajan kuluttua vastaa olemassa olevaa kiinteistöä. Yleisesti ottaen muutostyöt pitäisi kuitenkin suunnitella mallintamalla, jolloin tietomallit päivittyvät suunnitteluprosessin tuloksena.

Kiinteistössä tapahtuneet pienet muutokset kirjataan huoltokirjan yhteydessä ylläpidettävään korjausrekisteriin siten, että ne ovat selkeästi yksilöitävissä tiettyyn tilaan ja komponenttiin. Tämän lisäksi alku- ja lopputila tallennetaan esimerkiksi valokuvaamalla ja kuva liitetään tiedostona raportin yhteyteen. Muutokset päivitetään alkuperäisiin malleihin esimerkiksi vuosittain (kuva 7.2). Alkuperäisistä tietomalleista tehdään yhdistelmämalli päivityksen yhteydessä. Mallien yhdistäminen edellyttää yleensä tallentamista IFC-muodossa, mikä muuttaa mallit haastatteluissakin esille tulleseeseen avoimeen muotoon. Näin päivitysprosessin tuloksena saadaan automaattisesti sellaiset tiedostot, jotka voidaan tarvittaessa avata IFC:tä tukevissa ohjelmissa.



Kuva 7.2 Pienten muutosten päivitys ylläpitomalliin.

Suurempien muutostöiden suunnitteluun käytetään alkuperäisiä eri suunnittelualojen tietomalleja (kuva 7.3), jolloin suunnitteluprosessin tuloksena syntyy ajantasainen malli. Ennen suunnittelutyön aloittamista mallit tulee kuitenkin päivittää sen hetkistä kiinteistöä vastaavaksi, kuten meneteltäisiin pienempien muutoksien yhteydessä. Suunnittelu ja mallintamisprosessi ovat samanlaisia kuin normaalistikin korjausrakentamisessa, lukuun ottamatta mallin päivitystä ennen suunnittelun aloittamista, mikä tulee huomioida myös aikatauluja laadittaessa. Mahdolliset työnaikaiset muutokset päivitetään ajantasaisiin tietomalleihin työn aikana ja tiedot viedään huoltokirjaan muutostyön valmistuttua.

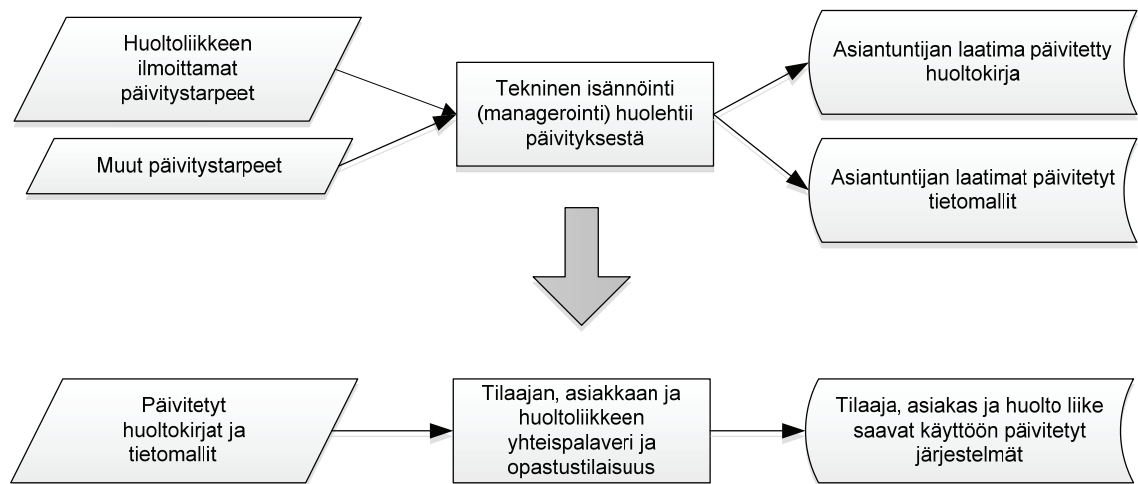


Kuva 7.3 Suurten muutoksien päivitys ylläpitomalliin.

Ylläpidon mallintamisprosessi pitäisi kuitenkin tulevaisuudessa kehittää sellaiseksi, että tietomallit voitaisiin päivittää aina muutosten yhteydessä, eikä erillistä korjausrekisteriä tarvittaisi. Tämä voisi olla mahdollista sisällyttämällä suunnittelupalvelut osaksi elinkaaripalvelua, jolloin tarvittaessa sama henkilö vastaisi tietomallien päivityksestä rakentamisen ja ylläpitojakson ajan.

7.2.1 Vastuut

Myyryläisen (2008, s. 293) mukaan huoltokirjan päivitys voidaan jakaa tilaajavetoiseen ja huoltoliikekeskeiseen päivitykseen. Koska elinkaarihankkeissa tilaaja on enimmäkseen valvojan roolissa, on palvelusopimuksessa määrätty, että kiinteistön ylläpitoorganisaatio tai palveluntuottaja vastaa huoltokirjan päivityksestä ja ajantasaisuudesta. Elinkaarihankkeissa huoltokirjan ja ylläpitomallien päivityksen vastuu on teknisestä isännöinnistä vastaavalle organisaatiolle ja Kuopion hankkeiden tapauksessa kiinteistömanagerille (kuva 7.5).



Kuva 7.4 Huoltokirjan ja tietomallien päivittäminen (muokattu lähteestä: Myyryläinen 2008b, s. 294).

Tiedot muutoksista kerätään omaan tiedostoon huoltokirjan yhteyteen kappaleessa 7.2 esitetyn menettelyn mukaisesti. Samalla kerrytetään myös historiatietoa kiinteistöissä tapahtuneista muutoksista, mitä voidaan edelleen käyttää hyödyksi muissa elinkaari-hankkeissa.

7.2.2 Päivitysjaksot

Suunnitteluohjelmien kehittyessä muuttuvat usein myös tiedostomuodot ja ohjelmien käyttämä tallennusformaatti. Malleja tulee päivittää riittävällä taajuudella, koska ohjelmien uudistuessa voi käydä niin, etteivät vanhat tiedostot aukea uusilla versioilla, tai osa mallin sisältämistä tiedoista menetetään. Haastatteluissa tuli esille käytännön esimerkki, missä viisi vuotta aiemmin tehty tietomalli ei toiminut enää nykyisellä ohjelmistoversiolla. Kiinteistöissä, joissa tehdään paljon muutostöitä, ei luultavasti tule tällaista ongelmaa. Haastatteluidenkin mukaan stabiileina pidetyissä kouluissa saattaa teknisten järjestelmien uusintavälit olla alussa hyvin pitkiä, jolloin on mahdollista, että alkuperäisten mallien päivitysjaksot venyvät hyvin pitkiksi. Tästä syystä alkuperäiset suunnittelumallit, nk. natiivimallit, tulisi avata ja tallentaa uudelleen vähintään kahden vuoden välein, jottei edellä mainittua tilannetta pääsisi syntymään.

Yleisesti suositeltava toimintamalli olisi se, että mallintamista käytettäisiin töiden suunnitteluun ennen niiden toteuttamista. Kuopion hankkeissa edellytetään huoltotoimien ilmoittamista tilaajalle kaksi kuukautta ennen niiden alkamista, mikä mahdollistaa mallien käytön suurempien korjaustöiden suunnitteluun.

Esimerkiksi Martti Ahtisaaren koulun tapauksessa pienien muutoksien päivittäminen malliin tulisi tehdä samaan aikaan kun seuraavan kesän huoltotoimia suunnitellaan. Samalla voidaan malliin täydentää myös huollossa mahdollisesti tulevat muutokset ja käyttää malleja päivityksen jälkeen huoltotöiden suunnitteluun. Yleisesti ottaen muutos-

ja huoltotyöt pyritään kouluissa tekemään silloin kun oppilaat eivät ole paikalla, ja määrätyn ajan sisällä, mikä edellyttää töiden huolellista suunnittelua etukäteen.

Vuosittain tehtävien päivitysten etuna on se, että päivitettävien kohteiden määrä pysyy todennäköisesti pienenä, eikä päivitys näin vaadi suuria resursseja. Tiheä päivitysväli takaa myös mallin paikkansapitävyyden. Mikäli käytetään pidempää päivitysjaksoa, sen ei tulisi olla kuitenkaan yli kahta vuotta, sillä toisen vuoden lopussa tietomallit eivät välttämättä pidä enää paikkaansa muutosten lisääntyessä ja toisaalta mallien päivittäminen tulee työläämmäksi. Eräs mahdollisuus on sopia pienille muutoksille määrä, minkä jälkeen tietomallit päivitetään. Esimerkiksi siten, että mallit päivitetään aina kun kiinteistöön on tehty 10 pientä muutosta ja muuten 2 vuoden välein.

8 YLLÄPITOMALLIN AVULLA TUOTETTAVA LISÄARVO

8.1 Tietomallin luomat mahdollisuudet

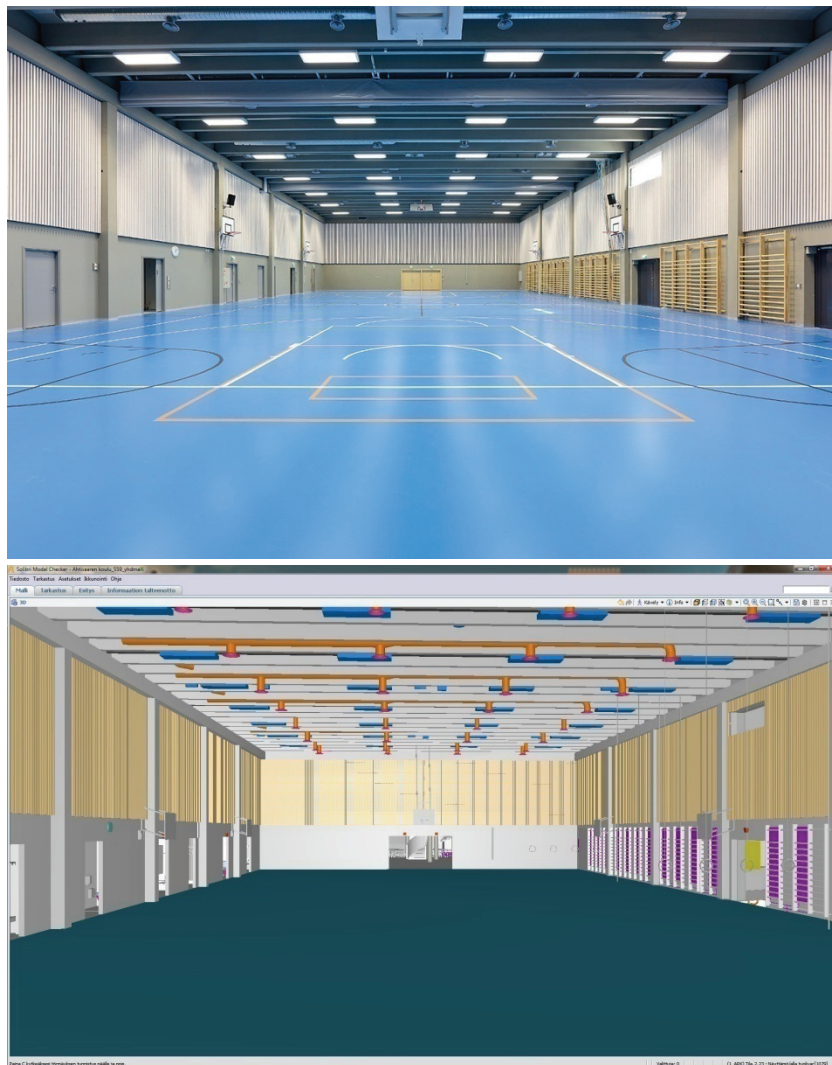
Tietomallien käyttö ylläpidossa tuottaa useita etuja, kuten esimerkiksi tiedon johdonmukaisuuden, mallien ”älyn”, useat erilaiset 2D- ja 3D- näkymät, yhtenäisen tiedonlähteen muille ohjelmille ja kokonaisvaltaisen kiinteistönhallintaympäristön. Tietomallien käyttöönoton ollessa tilaajalähtöistä, on olemassa organisaatio joka valvoo niiden päivittämistä ja ajantasaisuutta. Elinkaarihankkeissa suurimman edun tietomallien käytöstä saa palvelua tuottava organisaatio, koska rakentamisvaiheessa tuotetut tietomallit voidaan edelleen siirtää ylläpito-organisaation käytettäväksi.

Elinkaarihankkeiden etuna on edelleen se, että kiinteistön ylläpito-organisaatio on mukana jo suunnitteluvaiheessa. Näin sillä on mahdollisuus vaikuttaa suunnitelmien sisältöön ja ohjata mallintamista siten, että luovutusvaiheessa organisaatiolta toiselle siirtyvät tietomallit täyttävät ylläpidon vaatimukset. Ylläpitomallia käyttää eniten kiinteistönhoito, joten ylläpitomallin käyttöönotto tulee tehdä ainakin osittain heidän ehdoiltaan. Yhtenäisen tiedonlähteen lisäksi ylläpitomallia voidaan käyttää työkaluna esimerkiksi

- Visualisointiin
 - o nähdään seinien ja alakattojen sisään avaamatta rakenteita
 - o teknisten laitteiden paikantamispöytäkirjaksi
 - o laitteistojen sijoituksen hahmottaminen
 - o ongelmakohteiden löytäminen
 - o teknisten järjestelmien vaikutusalueiden kartoittaminen
 - o käyttäjien muutosten havainnollistamiseen
- Käyttömuutoksien ja korjaustyön suunnitteluun
 - o putkistojen ja johtoteiden suunnittelu
 - o olosuhdesimuloinnit
 - o tilamuutoksien suunnittelu
- Työn suunnitteluun ennen kohteeseen menoa
 - o kohteeseen mennessä oikeat työkalut ja varaosat mukana
 - o taloteknisten komponenttien saavutettavuus tiloissa
- Vikojen syy – seuraus suhteiden selvittämiseen
- Käyttö pelastustoimen hyökkäysreittien suunnitteluun hätätilanteessa
- Energiasimulointiin käytön aikana
 - o tunnistetaan lämmönkulutukseen vaikuttavat asiat
 - o voidaan verrata rakentamisen aikana päivittynyttä vaatimusmallia ja todellisuutta
- Muihin simulaatioihin
 - o palo, rakenne ja kuormitukset

- Pinta-alatietojen ja palo-osastojen todentamiseen asiakkaalle
- Käyttäjän avustamiseen muutosten ja hinnanmuodostumisen ymmärtämisessä
 - o Muutuskustannusten ja huoltohintojen perustelu
 - o Kiinteistönhoitotehtävien ja siivouksen mitoittaminen.

Haastatteluiden mukaan mahdolliset kiinteistösijoittajat kiinnittävät nykyään huomiota myös kiinteistön kuntoon ja tehtyihin korjauksiin. Ylläpitomallin avulla voidaan muun muassa helposti verrata kiinteistössä tehtyjä muutostöitä nykyiseen tilanteeseen ja jatkuvan päivityksen seurauksena tietomallista saadaan aina ajantasaiset tiedot kiinteistöstä. Lisäksi yhdistelmämallin käyttö lisää toiminnan läpinäkyvyyttä, sillä tietomallista tehdyt 3D- visualisoinnit eivät edellytä rakennuspiirustusten lukutaitoa, mikäli kiinteistöä halutaan tutkia (kuva 8.1).

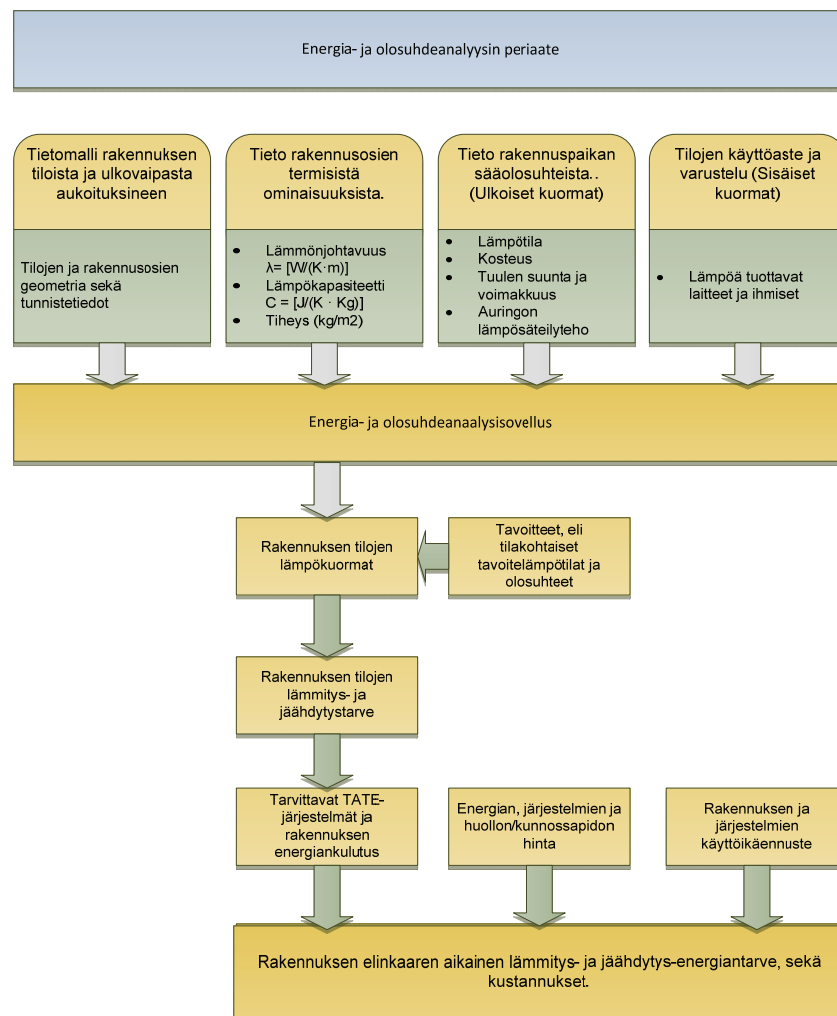


Kuva 8.1 Esimerkki tietomallin käytöstä visualisoinnissa. Kuvassa Martti Ahtisaaren koulun liikuntasali, sekä sama tila Solibri Model Checkerissä. (Kuva: Lemminkäinen Oyj 2011)

Integroitaessa ylläpitomalli muihin ylläpidon tietojärjestelmiin, voidaan mallia käyttää sisääntuloikkunana ylläpitojärjestelmään. Yhdistämällä huoltotaulukot ja vikailmoitukset malliin, voidaan luoda erilaisia näkymiä jotka mahdollistavat kiinteistön tilanteen hahmottamisen nopeasti. Tämä tuo myös osaltaan läpinäkyvyyttä kiinteistöhuollon toimintaan, koska tieto voidaan saattaa helpommin esitettävään muotoon.

8.2 Ylläpitomallin käyttö

Yksi ylläpitomallin käyttömahdollisuuksista on energia- ja olosuhdeanalyysien tekeminen käytön aikana, sekä niiden vertaaminen suunnitteluvaiheessa tehtyihin analyysihin. Kiinteistön energiankulutusta ja vallitsevia olosuhteita tulisi pystyä seuraamaan siten, että kiinteistön ylläpitovaiheessa toteutunutta kulutusta voitaisiin verrata suunnitteluvaiheessa tehtyihin energialaskelmiin. Vertailun tekeminen edellyttää jonkintasoista olosuhteiden mittausta ainakin ilmanvaihtokoneiden palvelualueilta, jos olosuhteita halutaan verrata simuloituihin. Tämä edellyttää myös sitä, että rakennuksen energiankulutusta simuloidaan suunnitteluvaiheessa ja ylläpidolla on käytettävissä vaadittavat tiedot. Energia- ja olosuhdeanalyysin periaate on esitetty kuvassa 8.2.

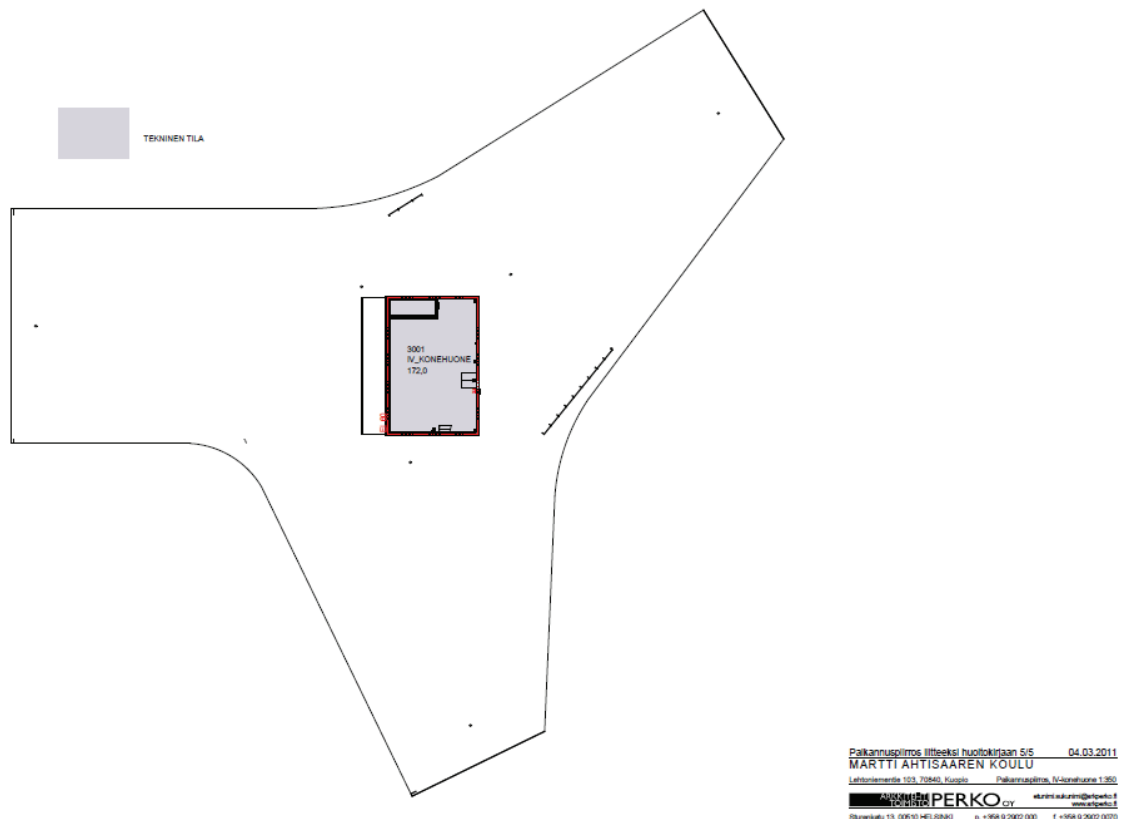


Kuva 8.2 Energia- ja olosuhdeanalyysin periaate (Vakkilainen 2009, s.88).

Tilojen olosuhteiden mittausta voidaan käyttää myös toteumaraportoinnissa tilaajalle, koska silloin on saatavilla ainakin jollakin tasolla reaaliaikaista tietoa kiinteistössä vallitsevista olosuhteista. Mikäli jossain vaiheessa tulee erimielisyyksiä siitä, ovatko olosuhteet tavoitteiden mukaiset, voidaan tiedot tarkistaa helposti mittauspisteistä. Mikäli olosuhteet ovat jostain syystä asetettuja tavoitteita huonommat, esimerkiksi lämpötila liian korkea, voidaan edelleen miettiä mistä tämä aiheutuu.

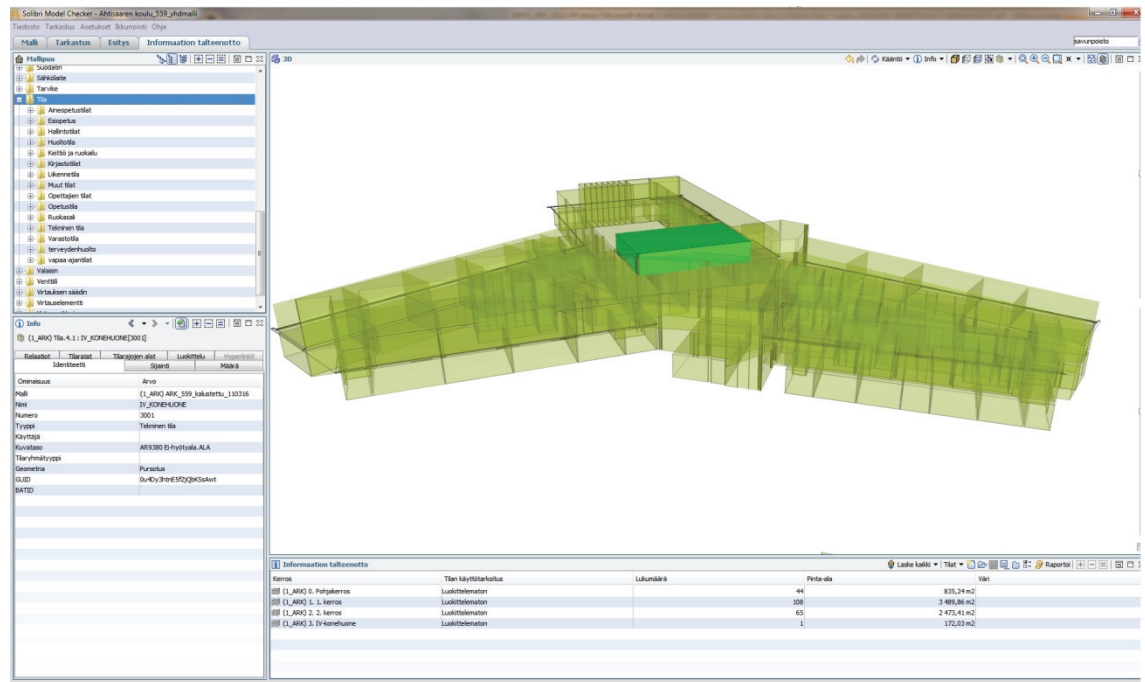
Lisäämällä tietoa kiinteistöautomaatiojärjestelmästä ylläpitomalliin voidaan luoda teemakarttoja, missä näkyy huonetilojen lämpötilat värikoodattuina (sininen, vihreä, punainen). Tuomalla vikailmoitukset, sekä niiden tilanne, ylläpitomalliin (käsittelyssä – korjattu) voidaan kiinteistön todellinen tila nähdä yhdellä silmäyksellä.

Kiinteistön visualisoinnin tuoma etu voidaan helposti nähdä vertaamalla Martti Ahtisaaren koululle tehtyä ilmastointikonehuoneen paikantamisperustusta vastaavaan tietoon otettuna yhdistelmämallista. Normaali paikantamisperustus on kaksiulotteinen esitys koulusta, mihin on merkitty konehuoneen sijainti (kuva 8.3)



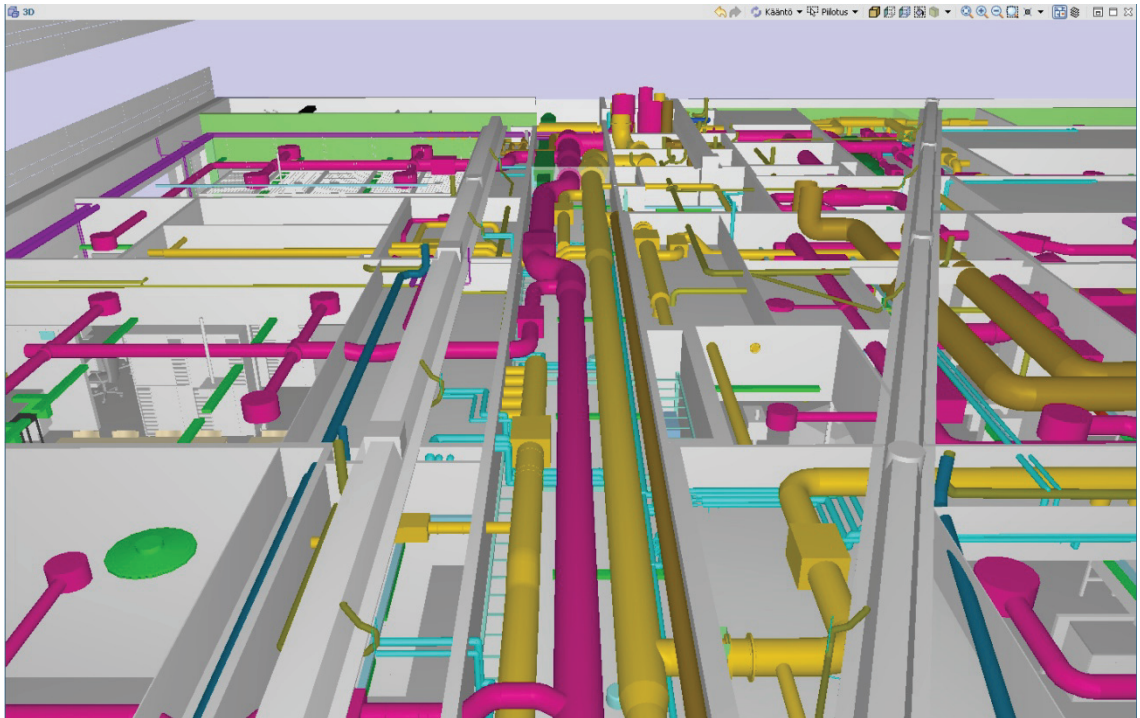
Kuva 8.3 IV-konehuoneen paikantamisperustus Martti Ahtisaaren koulu (Arkkitehtitoimisto Perko Oy).

Koulua tuntemattomalle tämä kuva ei kuitenkaan tuota paljoa informaatiota, esimerkiksi kulkureitistä konehuoneeseen. Kuvassa 8.4 on Solibri Model Checkerillä luotu esitys samasta tilasta, missä tila on korostettu vihreällä. Sijainnin lisäksi mallista voidaan selvittää kulkureitti konehuoneeseen ja varmistaa, että etsitty laite on nimenomaisessa tilassa.



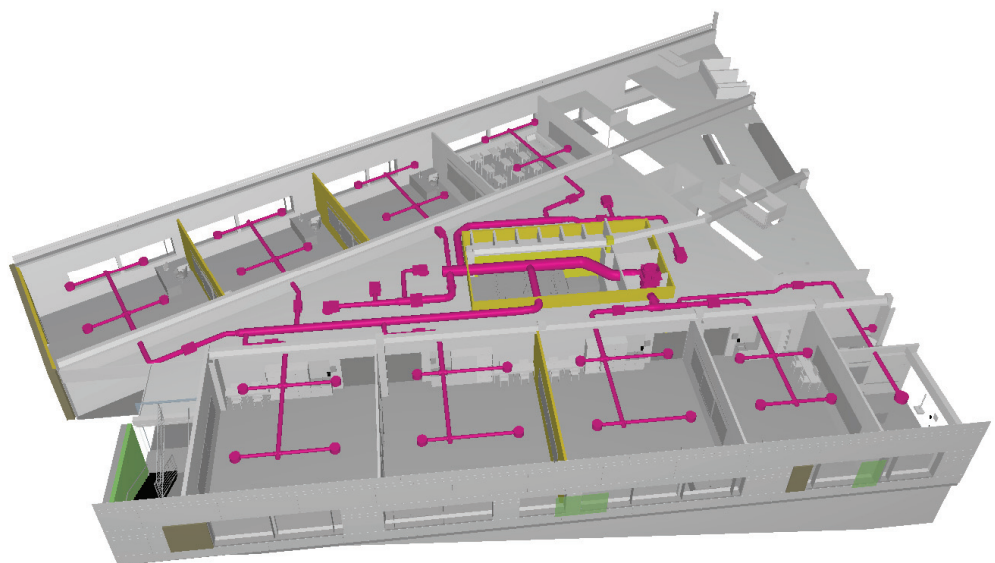
Kuva 8.4 IV-konehuone paikannettuna yhdistelmämallista.

Haastatteluissakin esille tullut tietomallin käyttö paikantamispiirustuksena edellyttää komponenttien yksilöintiä siten, että ne ovat yhtäpitäviä huoltokirjan ja vikailmoitusten kanssa. Mikäli nämä vaatimukset yhdessä mallin sisällön kanssa täyttyvät, voidaan ylläpitomallia käyttää esimerkiksi hälytysrinkien perehdyttämiseen kiinteistöön. Kolmiulotteisten mallien käyttö paikantamiseen ei edellytä piirustustenlukutaitoa, sillä ne ovat huomattavasti kansantajuisempia kuin perinteiset piirustukset. Näin väärinkäsitysten mahdollisuus pienenee ja oikeiden tilojen etsimiseen oudossa kiinteistössä ei tuhlaannu aikaa.



Kuva 8.5 Esimerkki ylläpitomallin käytöstä työn suunnitteluun, kuvassa käytävän katoissa kulkevat IV-kanavat ja vesiputket.

Kuvassa 8.5 on esimerkkinäkymä ylläpidon yhdistelmämallin käytöstä kiinteistön muutostöiden suunnittelussa. Esimerkiksi, jos kiinteistön ilmanvaihdon on havaittu olevan liian heikko joidenkin tilojen osalta, tai tilojen käyttötarkoitus on muuttunut, voitaisiin havaita, ettei käytävän kattoon voida sijoittaa enää uusia putkistoja, vaan mahdollinen lisäilmanvaihto pitäisi järjestää muilla tavoilla.



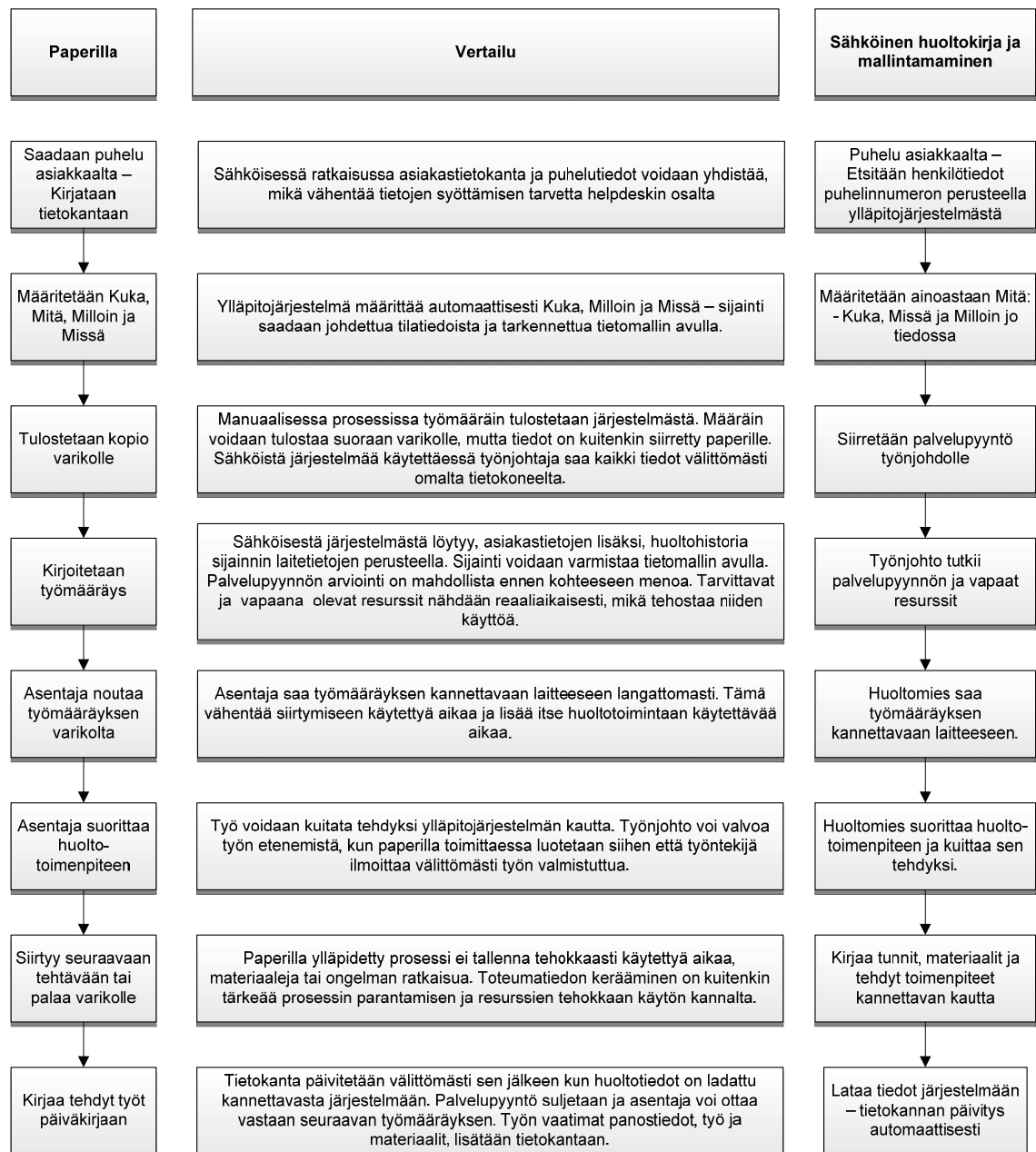
Kuva 8.6 Martti Ahtisaaren koulun 1. kerroksen luokkien ja opettajanhuoneiden tuloilmakanavat

Kuvassa 8.6 on näkymä yhden siiven kaikista tuloilmakanavista. Näkymää voidaan käyttää esimerkiksi etsittäessä syytä jonkin tietyn tilan huonoon sisäilmaan, mikäli vika on ilmanvaihtoon liittyvä. Kuvasta nähdään helposti tiloihin tulevien kanavien reitit ja liittymät käytävässä olevaan runkokanavaan ja edelleen konehuoneeseen menevään pysäytuskanavaan. Vastaavasti näkymää voidaan käyttää tarjouspyyntömateriaalina esimerkiksi ilmastointikanavien nuohouksesta tai päätelaitteiden puhdistuksista suunniteltaessa. Edelleen näkymää voidaan käyttää työn suunnitteluun ja aikataulujen laadintaan.



Kuva 8.7 Kiinteistön tietoihin päästään myös kannettavilla tietokoneilla (Artra, 2011).

Kiinteistöhoitoon tulisi kehittää sellainen järjestelmä, jossa vikailmoitusten vastaanotto ja kuittaus voitaisiin hoitaa huoltohenkilöstön mukana kulkevilla kämmenlaitteilla (kuva 8.7). Edelleen kämmenlaitteiden kautta päästäisiin kiinteistön ylläpitojärjestelmään, jolloin tarvittavat laitetiedot ja paikantamispöirustukset ovat saatavissa sijainnista riippumatta. Näin voitaisiin vähentää tilojen ja laitteiden etsimiseen kulunutta aikaa.



Kuva 8.8 Vertailu vikailmoituksen käsittelyssä perinteisellä ja sähköisellä järjestelmällä toteutetussa kiinteistönhoidossa.

Kuvassa 8.8 on vertailtu viankorjausprosessia perinteisen paperilla toteutetun kiinteistönhoidon sekä sähköisen huoltokirjan ja tietomallin yhdistelmällä toteutetun prosessin välillä. Sähköisiä tietojärjestelmiä käytettäessä on mahdollista hyödyntää myös aiemmin mainittuja langattomia järjestelmiä tiedonsiirtoon. Nykyaikaistamalla prosessia voidaan vähentää työmääräysten käsittelyyn kulunutta aikaa, parantaa resursointia, vähentää turhaa liikkumista kohteiden välillä sekä tuottaa historiatietoa automaattisesti.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

9.1 Huoltokirja ja ylläpitojärjestelmät

Tehtyjen haastatteluiden ja muiden aiheesta tehtyjen tutkimusten perusteella nykyiset huoltokirjat ja ylläpitojärjestelmät sisältävät huomattavasti enemmän tietoa ja ovat sisällöltään laajempia kuin huoltokirjan alkuperäinen määritelmä antaisi ymmärtää. Huoltokirjaohjelmia pidetään yleisesti vaikeakäyttöisinä ja niiden tietosisältöä liian laajana tai yksityiskohtaisena. Suuremmille kiinteistönomistajille ongelmia tuottaa myös eri ohjelmien yhteensopimattomuus, jolloin tietoja ei voida siirtää järjestelmästä toiseen. Toisaalta suuri tietomäärä vaikeuttaa järjestelmien päivitystä ja tiedon paikkansapitävyyden varmistamista.

Elinkaarihankkeita toteutettaessa olisi tarkoituksenmukaista pyrkiä löytämään ohjelmisto, joka vastaa huolto-organisaation ohjelmalle asettamia vaatimuksia ja käyttää samaa ohjelmaa kaikissa tulevilla hankkeissa. Toisaalta yhteen ohjelmaan ei pitäisi sitoutua liikaa, vaan ohjelmassa tulisi olla mahdollisuus siirtää tiedot avoimeen formaattiin. Tämä mahdollistaa järjestelmän vaihtamisen, jos myöhemmin havaitaan, ettei nykyinen toimi odotetulla tavalla tai järjestelmälle asetetut vaatimukset muuttuvat oleellisesti.

Toiminnan sujuvuuden ja tietojen ylläpidettävyyden kannalta eri järjestelmät pitäisi pyrkiä integroimaan keskenään, näin voitaisiin myös estää samojen tietojen esiintyminen useassa paikassa. Tietojen tuottaminen järjestelmään tulisi olla myös automatisoitu mahdollisimman pitkälle, jolloin tehdyn työn ja virheiden määrää voitaisiin vähentää. Tämä onnistuisi esimerkiksi käyttämällä hyväksi IFC -tiedonsiirtostandardia. Tietojen tuottamisen automatisointi edellyttää kuitenkin huolellista suunnittelua ja komponenttien yksilöintiä esimerkiksi tietomalleissa käytetyn GUID:n avulla.

Ylläpitojärjestelmiä kehittämällä voidaan kiinteistön elinkaaren aikana tapahtuvat muutokset dokumentoida tarkasti ja kerätä historiatietoja tulevia hankkeita silmälläpitäen. Toisaalta hyvin ylläpidetty järjestelmä helpottaa ylläpito-organisaation toimintaa sekä työn suunnittelua ja vähentää tiedon etsimiseen kulunutta aikaa.

9.2 Ylläpitomalli

Ylläpitomallin käyttöönotto edellyttää, että rakentamisvaiheessa voidaan tuottaa paikkansapitävät ajantasamallit, mitkä edelleen luovutetaan muuttumattomana kiinteistöä ylläpitävälle organisaatiolle. Nykyisin tietomalleja joudutaan vielä täydentämään huoltotaulukoilla ja tarkemmilla komponentti tiedoilla, mutta tavoiteltavaa olisi luoda sellainen järjestelmä, jossa esimerkiksi LVI-tekniisten järjestelmien tiedot voitaisiin siirtää

suoraan suunnittelumalleista ylläpidon järjestelmään ja yhdistää erilliseen tietokantaan, joka sisältää huoltoon liittyvät tiedot.

Nykyisiä huoltokirjajärjestelmiä pidetään vaikeakäyttöisinä ja joissain tapauksissa jopa niiden käyttöönotto tuottaa ongelmia. Tästä syystä uusia ohjelmistoja ei kannata viedä kentälle keskeneräisenä, vaan varmistaa ensin esimerkiksi pilotoinnilla, että järjestelmät toimivat odotetulla tavalla. Näin voidaan myös käytännössä osoittaa mallintamisesta saatavat hyödyt ylläpidossa. Järjestelmään ja siihen liittyviin tietomalleihin tulisi päästä tarvittaessa myös kannettavilla laitteilla. Jotta huoltohenkilöstö voi käyttää tietomalleja päivittäisessä työssään, tulee ohjelmien olla helppokäyttöisiä.

Ylläpitomallin etuna on se, että kiinteistöstä voidaan helposti luoda yksiselitteinen visuaalinen esitys joka vähentää väärinkäsityksien määrää. Toisaalta tämä lisää toiminnan läpinäkyvyyttä, koska teemakarttojen avulla kiinteistön tilanne voidaan nähdä yhdellä silmäyksellä. Varsinkin elinkaarihankkeissa on tärkeää, että toteutunutta energiankulutusta voidaan verrata suunniteltuun, ja syy-seuraus – suhteet voidaan selvittää. Tämä edellyttää kuitenkin tietomallien käyttöönoton lisäksi simulointien tekemistä suunnitteluvaiheessa ja kiinteistössä vallitsevien olosuhteiden tarkkailua, joko kiinteistöautomaatiojärjestelmien kautta tai erillisillä järjestelmillä. Myös kiinteistössä tapahtuneiden muutosten seuraaminen helpottuu tietomallien avulla; rakentamisessa käytettyjä alkuperäisiä malleja voidaan verrata vallitsevaan tilanteeseen. Ylläpitomallin käyttö luo paljon mahdollisuuksia kiinteistön omistajalle, huolto-organisaatiolle ja käyttäjälle.

Vaikka tutkimuksessa on määritetty tietyt päivitysjaksot tietomalleille, pitäisi tulevaisuudessa pyrkiä siihen, että muutokset suunniteltaisiin aina mallintamalla. Näin alkuperäisiä malleja päivittäisiin jatkuvasti, sekä voitaisiin samalla välttää päivityksen unohtumisesta aiheutuvat ongelmat. Tämä edellyttää kuitenkin suunnittelusopimuksien jatkamista jollakin tavalla myös ylläpitojaksolle, mikäli halutaan että päivitys tapahtuu alkuperäisten suunnittelijoiden toimesta.

Tässä työssä on ylläpitomallilla tarkoitettu rakennusvaiheessa tuotettavista alkuperäisistä suunnittelumalleista tehtyä yhdistelmämallia, jota voidaan käyttää kiinteistön ylläpitovaiheessa osana kiinteistönhallintajärjestelmää.

Tällä hetkellä ohjelmistot rajoittavat ylläpitomallin käyttöä, mutta tavoitteena on että ylläpitomallilla tarkoitetaan kiinteistön ylläpidon kokonaisvaltaista hallintajärjestelmää, minkä osa tietomallit ovat.

9.3 Tulosten luotettavuus ja yleistäminen

Huoltokirjoista ja niiden käytettävyydestä on tehty useita tutkimuksia ja kirjallisia julkaisuja. Tehtyjen haastatteluiden tulokset korreloivat hyvin myös aikaisempien tutkimusten kanssa. Tietomallien käyttö kiinteistön ylläpidossa on vielä toistaiseksi vähäistä ja sisältöön vaikuttavia tekijöitä on useita. Tästä syystä täydellistä ja tyhjentävää vastausta ylläpitomallin sisällöstä ei voida antaa ilman että se testataan käytännössä. Tutkimuksen tulokset ovat kuitenkin huoltokirjan ja ylläpitomallin osalta yleistettävissä kaikkiin rakennushankkeisiin jotka toteutetaan huomioiden rakennuksen koko elinkaari.

9.4 Aiheet jatkotutkimukselle

Koska tietomallien käyttö ylläpidossa on vielä alkuvaiheessa, tulisi jatkotutkimuksella varmentaa tämän tutkimuksen tulokset ja edelleen kehittää ylläpitomallin tietosisällön määrittelmää. Aiheita jatkotutkimukselle ovat esimerkiksi

- miten ja mitä tietoja mallista voidaan siirtää ylläpitojärjestelmään,
- miten mallin ja huoltokirjan yhdistäminen voidaan toteuttaa tietoteknisesti,
- miten yhdistelmämallia voidaan käyttää kentällä ja mitä vaatimuksia se asettaa tietoteknisille laitteille,
- millä tarkkuudella kiinteistön olosuhteita tulee seurata, jotta niitä voidaan verrata simulaatioihin

Näiden lisäksi eri mallinnus- ja ylläpito-ohjelmia pitäisi vertailla keskenään ja pyrkiä löytämään yhdistelmämallityökalu, mikä täyttää tällä hetkellä ylläpidon sille asettamat vaatimukset: helpon käytettävyyden, erilaisten näkymien luontimahdollisuudet ja monipuoliset hakuominaisuudet. Myös pilvipalveluiden hyödyntämistä ja sen luomia mahdollisuuksia mallintamisessa ja ylläpidon järjestelmissä tulisi tutkia tarkemmin.

LÄHTEET

Artra. 2011. Artra field-BIM - Construction management system. ArtraA. [viitattu: 13.9.2011] Saatavissa: http://www.artra.co.uk/field_bim_1.htm

Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry. 2003. Yhteiset tietosisällöt huoltokirjoissa, e-EHYT -hankeraportti 2003. Elinkaarihallinnan yhteiset ydintiedot sähköisissä huoltokirjoissa. 30 s. [viitattu: 15.4.2011] Saatavissa: <http://www.rakli.fi/attachements/2005-10-16T13-37-2845.pdf>

buildingSMART. 2011a. ifcWiki. [viitattu: 18.5.2011] Saatavissa: http://www.ifcwiki.org/index.php/Main_Page

buildingSMART. 2011b. Homepage: IDF Library. FD Library for buildingSMART. [viitattu: 20.10.2011] Saatavissa: http://www.ifd-library.org/index.php?title=Main_Page

CRC Construction innovation. 2007a. Adopting BIM for facilities management - Solutions for managing the Sydney Opera House. Brisbane. Cooperative Research Centre for Construction Innovation. 32p.

CRC Construction Innovation. 2007b. FM as a business enabler - Solutions for managing the built environment. Brisbane. Cooperative Research Centre for Construction innovation. 48p.

East, E. W. 2011. Construction Operations Building Information Exchange (COBie). Whole building design guide. [viitattu: 20.5.2011] Saatavissa: <http://www.wbdg.org/resources/cobie.php>

Eastman, C. 2006. IFC overview. Building Lab @ Georgia Tech Digital. 8 p. [viitattu: 5.5.2011] Saatavissa: <http://bim.arch.gatech.edu/app/download.asp?path=/data/partners&file=OverviewIFC3.pdf>

Hein, K. Salo, P. & Pirinen, A. 1999. SY348 Toimitilakiinteistöjen huoltokirja, Laadinta - Käyttö - Esimerkit. Helsinki. Ympäristöministeriö. 168 s.

Hietanen, J. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu. Filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista. Helsinki. Rakennustieto Oy. 95 s.

Hietanen, J. & Lehtinen, S. 2006. The useful minimum. 4 s. [viitattu: 20.5.2011] Saatavissa: http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/2006_The_Useful_Minimum.pdf

Hänninen, R. 2007. Tuotemallinnus tuottavuus- ja kilpailutekijänä. Virtual Building Environments II. 9 s. [viitattu: 18.5.2011] Saatavissa: http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/Tuotemalliseminaari_2007_Granlund.pdf

Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. 2011. Käyttöympäristö vaihtoehdot. RYHTI huoltokirja. [viitattu: 29.10.2011] Saatavissa: www.ryhti.net/ryhti/kayttoympariston_vaihtoehdot/

Inspira. 2009b. Kuopion kouluhankkeiden elinkaaritoteutus, Liite 10 Palvelukuvaus. Kuopio. 86 s.

Inspira. 2009a. Palvelusopimus: Kuopion elinkaarihanke 14.12.2009. 37 s.

Justander, K. & Puhto, J. 2003. Huoltokirja osana kiinteistön ylläpidon tiedonhallintaa. Teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalous. Espoo, Otamedia Oy. 111 s.

Kettunen, J. & Simons, M. 2001. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä. Espoo, Valtion tieteellinen tutkimuskeskus VTT. 232 s.

Kiviniemi, A., Tarandi, V., Karlshoj, J. & Hovard, B. K. 2008. Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM. Erabuild. 128 p. [viitattu: 5.10.2011] Saatavissa: http://www.eracobuild.eu/fileadmin/documents/Erabuild_BIM_Final_Report_January_2008.pdf

Korka, J. W., Oloufa, A. A. & Thomas, H. R. 1997. Facilities Computerized Maintenance Management Systems. Journal of architectural engineering, pp. 118-123.

Kymmell, W. 2008. Building information modellin: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations. McGraw-Hill . 270 p

Laasonen, M. 2006. VBE II Mallipohjainen kiinteistöliiketoiminta. VBE II Project results. 6 s. [viitattu: 15.4.2011] Saatavissa: http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/VBE2_WP4_TTY_loppuraportti.pdf

Lahdenperä, P., Nykänen, V. & Rintala, K. 2005. Elinkaarimallit, Tilapalveluhankkeiden vaihtoehtoiset toimintatavat. Espoo, Valtion tieteellinen tutkimuslaitos VTT. 62 s.

Laine, T. 2008. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. Tampere, Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. 48 s.

Lemminkäinen Oyj. 2011. Yhtiö: Lemminkäinen PPP Oy. [viitattu: 10.3.2011] Saatavissa: <http://www.lemminkainen.fi/ppp/Yhtio>

Lemminkäinen PPP Oy. 2010. Kuopion elinkaarihanke - Hankkeen laadunvarmistussuunnitelma. 30 s.

Myyryläinen, L. 2008a. Elinkariajattelu kiinteistönpidossa. Helsinki, Kiinteistöalan kustannus Oy. 205 s.

Myyryläinen, L. 2008b. Kiinteistöjen teknisen huollon käsikirja . Helsinki, Kiinteistöalan kustannus Oy. 343 s.

Palos, S. 2010. Tietomalliprosessi - Tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. 62 s. + liitt. 101 s.

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, yleiset periaatteet - Pro IT. Helsinki, Rakennustieto Oy. 64 s.

Piikkilä, V. 2008. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo, Sähkötieto ry. 168 s.

Pulakka, S., Heimonen, I., Junnonen, J.-M. & Vuolle, M. 2007. Talotekniikan elinkaarikustannukset. Espoo, Valtion tieteellinen tutkimuslaitos VTT. 66 s.

Rakennusteollisuus RT ry. 2009a. Elinkaarimalleissa riskit jaetaan täsmällisesti. Elinkaarimallit. [viitattu: 10.5. 2011] Saatavissa: <http://www.elinkaarimallit.fi/Aineisto/22-riskit.html>

Rakennusteollisuus RT ry. 2009b. Elinkaarimallien sopimuskokonaisuudet laajoja. Elinkaarimallit. [viitattu: 10.5.2011] Saatavissa: http://www.elinkaarimallit.fi/Aineisto/21-sop_kokon.html

Rakennusteollisuus RT ry. 2006. Elinkaarimallit, Pääösraportti. Helsinki, Rakennusteollisuus RT ry. 8 s.

Rakennustieto Oy. 2005. KH 90-40041 Kansio vai internet? Huoltokirja - kiinteistönpidon tiedonhallinnan tärkeä työkalu. Ohjeet . Helsinki, Rakennustietosäätiö. 4 s.

Rakennustieto Oy. 2010a. RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke. Ohjeet . Helsinki, Rakennustieto Oy. 13 s.

Rakennustieto Oy. 2010b. Kiinteistöpalveluiden hankintaprosessin kulku - Operatiivinen kiinteistöjohtaminen. Helsinki, Rakennustieto Oy. 7 s.

Rakennustietosäätiö. 1999. KH 90-00275 Toimitilakiinteistön huoltokirjan laadinta. ohjetiedosto . Helsinki, Rakennustietosäätiö. 24 s.

Reinikainen, E. 2002. Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöikäsuunnittelu ja elinkaarikustannukset. [esitys] 45 s. [viitattu: 10.6.2011] Saatavissa: <http://www.recair.fi/pdf/Elinkaariesitelma.pdf>

Rousku, K. 2009. Nettipilvestä uusia palveluita. MikroPC. 2 s. [viitattu: 29.10.2011] Saatavissa: mikropc.net/nettilehti/pdf/2201200948.pdf

Savolainen, M. 2010. Huoltokirjan laadinta. ohjeistus . Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, Kuopio.

Törmikoski, H. Jalas, J. & Hyytinen, M. 2007. Senaatti-kiinteistöt. Huoltokirjan laadinta, käyttöönotto ja ylläpito . Helsinki, Pöyry Building Services Oy. 32 s.

Vaciedes, R. K. & Knecht, M. B. 2006. The 8 Key Elements to look for in maintenance software. Maintenance world. [viitattu: 2.9.2011] Saatavissa: <http://www.maintenanceworld.com/Articles/facilitymanagement/Key-element-maintenance-software.html>

Valtonen, P. 2006. Elinkaarimallit tuovat toimitilahankkeiden kokonaiskustannukset näkyviin. Teoksessa Rakennusteollisuus RT ry, Elinkaarimallit, loppuraportti. Helsinki. s. 2-3

Haastattelut

Aalto, Mikko. Avainasiakaspäällikkö, Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy. Helsinki. Haastattelu 21.2.2011. Videolla.

Järvinen, Tero. Tietomallipäällikkö, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. Helsinki. Haastattelu 21.2.2011.

Kukkonen, Mika. Kiinteistöpäällikkö, Lemminkäinen Talo Oy. Kuopio. Haastattelu 7.2.2011

Laine, Tuomas. Kehityspäällikkö, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. Helsinki. Haastattelu 21.2.2011.

Laitinen, Ilpo. Markkinointipäällikkö, Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy. Kuopio. Haastattelu 24.2.2011. Sähköposti.

Leppävuori, Keijo. Kiinteistöjen ylläpidon ja johtamisen osastopäällikkö, Pöyry Finland Oy. Haastattelu 17.2.2011. Haastattelu puhelimitse, videoyhteyden puuttumisen vuoksi.

Pekkanen, Kari. Yksikön johtaja, Lemminkäinen Talo Oy. Kouvola. Haastattelu 2.2.2011. Haastattelu puhelimitse, videoyhteyden puuttumisen vuoksi.

Ristolainen, Kari. Tietomalliasiantuntija, Senaatti-kiinteistöt Oy. Helsinki. Haastattelu 10.3.2011.

Soikkeli, Ari. Manageroinnin ylläpitopäällikkö, Lemminkäinen Talo Oy. Helsinki. Haastattelu 26.1.2011

LIITE 1

Haastattelukysymykset:

1. Perustiedot

- a. Haastattelupaikka ja aika
- b. Haastateltavan nimi
- c. Tehtävänimike
- d. Toimenkuva, tehtävät elinkaarihankkeissa

2. Huoltokirja / Kiinteistön ylläpitojärjestelmä

- a. Yleistä, mitä käsität huoltokirjalla tai kiinteistön ylläpitojärjestelmällä?
- b. Kuinka laajasti teillä on käytössä sähköiset kiinteistöjenhallintajärjestelmät?
- c. Mitkä ovat keskeisimmät ominaisuudet?
- d. Miten järjestelmään siirrettävä tieto tuotetaan?
- e. Mitä tietoja eri laitteista järjestelmään tarvitaan, miten tiedon tarve määritellään?
- f. Miten eri käyttäjäryhmän huomioidaan?
- g. Järjestelmän päivitys. Kuka, miten, milloin?

3. Tietomallit

- a. Oletteko käyttäneet tietomalleja kiinteistön ylläpidossa?
- b. Mitä tietoja ylläpitojärjestelmään voidaan tuoda suoraan tietomalleista?
- c. Mitä tiedonsiirron rajapintaa käytetään tai tulisi käyttää?
- d. Mihin tiedot tallennetaan ja miten sitä päivitetään?
- e. Onko tietomalleja ja huoltokirjaa kytketty yhteen millään tavalla?
- f. Mitä lisäarvoja tai hyötyjä tietomallintaminen voi tuoda kiinteistön ylläpitoon?
- g. Mitkä ovat tietomallien uhkat ja mahdolliset heikkoudet?
- h. Miten kiinteistössä tehtävät muutostyöt vaikuttaa käytettävään tietomalliin?
- i. Pitäisikö käytössä olla yksi vai useita malleja?

4. Elinkaarihankkeet

- a. Mitä haasteita elinkaarihankkeet asettavat ylläpitojärjestelmälle ja ylläpito-organisaatiolle?
- b. Miten varaudutte järjestelmien muuttumiseen kiinteistön elinkaaren aikana?
- c. Mitä huoltotoimenpiteitä kiinteistön pitkän tähtäimen suunnitelmassa (PTS) on huomioitu?
- d. Miten energialaskelmat on tehty?

LIITE 2

Vertailu huoltokirjaan kerätyistä tiedoista ja huollon tarpeellisenä pitämistä tiedoista Martti Ahtisaaren Koulussa. Laitteistohankintojen kannalta kriittiset tiedot on korostettu vihreällä värillä.

LVI-laitetiedot		
G1 Lämmitysjärjestelmät		
Kohde/attribuutti		Tyyppi
G1 Lämmitysjärjestelmät		
G1 101 LS 01 Lämmönsiirrin		
Valmistaja		kW
Malli		
Lämpöteho		
Ensiöpiiri, neste		
Ensiöpiiri, nestevirta		dm³/s
Toisiopiiri, neste		
Toisiopiiri, nestevirta		dm³/s
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
G1 101 P 01.2 Pumppu		
Valmistaja		
Malli		
Neste		
Tuotto		dm³/s
Nostokorkeus		kPa
Juoksupyörä, halkaisija		mm
Nimellisteho		kW
Pyörimisnopeus		r/s
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
Lisätieto 2		
G1 101 FV 01 Moottoriventtiili		
Valmistaja		
Malli		
Toimimoottori		
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
G1 101 PA 01 Paisunta-astia		
Valmistaja		
Malli		
Neste		
Tilavuus		dm³
Esipaine		kPa
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
G1 101 VV 01 Varoventtiili		
Valmistaja		
Malli		
Avautumispaine		kPa
Nimelliskoko DN		
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		

G1 101 SU 01 Suodatin		
Valmistaja		
Malli		
Lisätieto 1		
LVI-laitetiedot		
G2 Vesi- ja viemärijärjestelmät		
G2 Vesi- ja viemärijärjestelmät		
G2 201 FV 01 Moottoriventtiili		
Valmistaja		
Malli		
Tyyppi		
kv-arvo		
Toimimoottori		
Nimelliskoko DN		
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
G2 201 P 01 Pumppu		
Valmistaja		
Malli		
Neste		
Tuotto		dm³/s
Nostokorkeus		kPa
Juoksupyörä, halkaisija		mm
Nimellisteho		kW
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
G2 201 VM 01 Vesimittari		
Valmistaja		
Malli		
Nimelliskoko DN		
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
G2 201 MV 16.1 Magneettiventtiili		
Valmistaja		
Malli		
Nimelliskoko DN		
Hankintapäivämäärä		
Lisätieto 1		
LVI-laitetiedot		
G3 Ilmanvaihtojärjestelmät		
	Kohde/attribuutti	Yksikkö
G3 Kiertoilmakoneet		
Sijainti (teksti)		
Palvelualue		
Ilmavirta		m³/s
Hankintapäivämäärä		
G3 322 PF 01 Poistoilmapuhallin		
Valmistaja		
Malli		
Ilmavirta		m³/s
Kokonaispaineenkorotus		Pa
Moottorin malli		
Moottorin nimellisteho		kW

Moottorin nimellisvirta	A
Moottorin jännite	V
Moottorin kiilahihnojen lukumäärä	kpl
Moottorin kiilahihnojen malli	
Liitäntäteho/S	kW
Lisätieto 1	
G3 KSK 331 Kierrätysilmakone	
Käyttötarkoitus	
Sijainti (teksti)	
Valmistaja	
Malli	
Ilmavirta	m³/s
Lämmitysteho	kW
Hankintapäivämäärä	
Lisätieto 1	
G3 301 FV 01 Moottoriventtiili	
Valmistaja	
Malli	
kv-arvo	
Nimelliskoko DN	
Toimimoottori	
Hankintapäivämäärä	
Lisätieto 1	
G3 301 FZ 13.1 Moottoripelti	
Valmistaja	
Malli	
Tiiviysluokka LVI-RYL 92	
Toimimoottori	
Hankintapäivämäärä	
Lisätieto 1	
G3 302 P 04 Pumppu	
Valmistaja	
Malli	
Neste	
Tuotto	dm³/s
Nostokorkeus	kPa
Juoksupyörä, halkaisija	mm
Nimellisteho	kW
Hankintapäivämäärä	
Lisätieto 1	

LIITE 3

Tietomallin sisällön suhde KH-kortistossa esitettyyn huoltokirjan sisältöön.

Huoltokirjan sisältö KH 90-00275 mukaan	Voidaan ottaa tietomallista	Tavoitteena ottaa tietomallista
1 Yleistiedot		
• Huoltokirjan käyttöohjeet		
• Huoltokirjaan perehdyttäminen		
• Kiinteistön perustiedot ja järjestelmien yleiskuvaukset		X
• Tehdyt selvitykset ja tutkimukset		
• Yhteystiedot		
2 Kiinteistönhoidon palvelutuotteet ja vastuurajat		
• Palvelutuotteet		
• Vastuurajat		
3 Kunnossapito		
• Käyttöiät ja kunnossapitotaksot		X
• Kunnossapito-ohjelma (kuntoarvion PTS)		
• Korjaushistoria ja korjaushankkeiden takuuaian seuranta		X
4 Kiinteistönhoitosuunnitelma		
• Tavoiteolosuhteet ja ohjeelliset toiminta-arvot		X
• Teknisen hoidon ja huollon tarkastustaulukot		X
o Päivä- ja viikkotehtävien luettelot		X
o Kalenterivuoden tarkastustaulukot		X
o 10-vuotiskauden tarkastustaulukot		X
o Käyttöpäiväkirja		X
• Talotekniikan huoltosuunnitelma		X
• Ulkoalueiden hoidon tarkastustaulukot ja käyttöpäiväkirja		X
• Paikantamispiirustukset	X	
• Kulutusseuranta		X
• Valvonta- ja palauteraportit		
5 Asiakirjaluettelo		
• Kiinteistön käytössä olevat suunnitelmat ja selostukset	X	
6 Liitteet		
• Huoltokirjan käyttöohjeet		
• Viranomaismääräykset		
• Tarkastus-, hoito- ja huolto-ohjeet		X
• Konekortit, erityisvaraosat ja -tarvikkeet		X
• Huoltokortit		X
• Urakoitsijoiden ja tavarantoimittajien tuotekohdattaiset käyttö-, hoito-, huolto- ja kunnossapito-		X

ohjeet		
• Poikkeus- ja häiriötilanteiden ohjeet		
• Tilojen käyttäjien ohjeet		
• Kiinteistön suojelusuunnitelma		
• Piirustukset	X	
• Pintarakenteet	X	
• Laite- ym. luettelot	X	
• Huoltokirjassa käytetty nimikkeistö		
7 Arkisto		
• takuuajan huoltoja koskevat urakkasopimusten kohdat		
• teknisen hoidon ja huollon sopimukset (kopioid)		
• ulkoalueiden hoidon sopimukset		
• (kopioid)		
• erityisjärjestelmien huoltosopimukset		
• (kopioid)		
• kuitatut tarkastustaulukot ja käyttöpäiväkirjat		
• erityisjärjestelmien huoltojen kuittautiedot ja huoltoraportit		
• muistiot ja pöytäkirjat, esimerkiksi viranomais-tarkastusten pöytäkirjat		
• kulutusraportit		
• kohteen piirustuksia ja muita suunnitelma-asiakirjoja	X	